

Commandé par le Ministère de la Culture du Pérou



PERÚ

Ministerio de Cultura

Dirección Regional de Cultura
Cusco

Dirección de Investigación y
Catastro

PÉROU

Sacsayhuaman

juillet 2012

Le rapport a été préparé par : A. Veryanov (GEO y Asociados), N. Berdnikov (ITIG FEB RAS),

Collection d'échantillons et de matériel photographique: I. Alekseev, Luis Guevara.



Ces dernières années, les employés du complexe archéologique de Sacsayhuaman ont remarqué des processus destructeurs dans certaines parties du complexe, qui se sont traduits par la formation de grandes fissures dans la maçonnerie des murs principaux, le déplacement blocs individuels et même des effondrements (exemples dans les figures).



De telles tendances peuvent conduire à un changement méconnaissable et irréversible dans l'apparence du monument le plus important du patrimoine inca. Ce problème a nécessité des recherches pour déterminer les causes de la destruction en cours du complexe de Sacsayhuaman. Avec tout le développement de la géologie et de la géophysique modernes, il était très difficile de trouver une technologie qui vous permettrait de regarder profondément dans la surface de la terre et de voir avec une clarté totale les causes développement de ces processus négatifs qui se produisent avec les installations du complexe.

Pour aider à trouver les causes et les méthodes de résolution de ce problème, début juillet 2012, le ministère de la Culture du Pérou a invité un groupe de géophysiciens de Geo & Asociados SRL. Le groupe comprenait également un chercheur de Russie - Igor Alekseev.

Au cours de l'expédition, des études géoradar ont été réalisées pour la forteresse de Sacsayhuaman et les territoires adjacents. Les progrès de l'expédition ont été largement rapportés dans [Médias péruviens](#) . En plus des études géoradar, l'expédition a recueilli des échantillons de roche des blocs qui forment le mur de la forteresse, ainsi que des échantillons d'une carrière où on peut supposer qu'il y a eu une récolte de ces mêmes blocs.

The screenshot shows a news article with the following elements:

- Logos at the top:** GT GBOtek, OMBIO, PERÚ Ministerio de Cultura, and ИТИГ ДВО РАН им. Ю.А. Косыгина.
- Headline:** Geofísicos rusos investigan estabilidad de suelos en Sacsayhuamán / Российские геофизики исследуют проблемы Саксайуамана.
- Left sidebar:** Logos for CUSCOPERU.COM travel guide, La Industria.pe, Región Sur La República.pe, Perú.com NACIONALES, and andina agencia peruana de noticias.
- Main content:** A photo of four researchers in field gear standing next to a yellow surveying tripod in a rocky, arid landscape. Above the photo is a red button labeled 'Descarga de foto'. Below the photo is a 'Guardar' icon and the caption: 'Equipo de instituto ruso en Sacsayhuamán. Foto: ANDINA/Percy Hurtado Santillán.'

Voici une traduction du contenu de l'actualité des médias péruviens du 25 juillet 2012 :

Groupe de recherche composé de : Ramon Sotomayor, Igor Alekseev, Alexander Drozdov, Andrey Veryanov.

Cuzco. Institut russe des géophysiciens [Média VNII](#) étudier la stabilité des sols dans la zone archéologique de Sacsayhuaman, pour découvrir les raisons à l'origine du mouvement de la maçonnerie mégalithique des murs, qui a commencé le 15 janvier 2010, dans le secteur d'Illapa.

Andrey Veryanov, membre du groupe de recherche, employé de Geo Assosidados, a déclaré que pendant deux semaines, le balayage GPR du sol de la zone principale de Sacsayhuaman a été effectué à l'aide de deux géoradar dont la profondeur de balayage est de 20 à 200 mètres.

Il a expliqué que les lectures du géoradar sont automatiquement enregistrées sur un disque dur avec transmission ultérieure matériel reçu à un ordinateur pour un décodage ultérieur des données.

Les résultats de la numérisation GPR seront transférés à Moscou au laboratoire de l'Institut [Média VNII](#) , Où sont-elles seront traitées pour obtenir des images 2D et 3D de la partie souterraine du complexe de Sacsayhuaman.

Il a également déclaré à l'agence de presse andine que le but des travaux en cours est de étude des couches internes du sol et de la stabilité des couches sous-jacentes, ainsi que la planification études basées sur les résultats des analyses attendues.

« Notre travail est de veiller à ce que les résultats des recherches effectuées par nos équipements soient transférés au ministère de la Culture du Pérou, aux historiens et aux archéologues. Ce travail est essentiel pour connaître les causes de la destruction et, à l'avenir, prendre des mesures pour prévenir ce phénomène, afin de préservation du monument historique de Sacsayhuaman », rapporte Andrey Veryanov.

Pour sa part, le directeur adjoint du ministère de la Culture de Cusco, Alfredo Mormontoy, a noté l'importance des travaux du groupe de recherche travaillant à Sacsayhuaman.

Il a expliqué qu'une attention particulière a été accordée à l'étude des trois premiers niveaux de la forteresse d'Illapa, l'Esplanade et zone connue sous le nom de réservoir de Kocha.

"Le travail de recherche qui a commencé est très important afin de pouvoir étudier Sacsayhuaman en détail du côté géologique et archéologique. Nous attendons avec impatience des recherches productives et des résultats objectifs », a conclu Andrey Veryanov.(fin de citation.)

La technologie de balayage GPR utilisée dans l'étude des problèmes de la forteresse de Sacsayhuaman était développée à l'Institut russe VNIISMI et n'a pas d'analogues dans le monde.

The screenshot displays the website for the Federal Scientific Center of Applied Geophysics (VNIISMI). The header includes logos for GT GBOtek, OMBIO, PERU Ministerio de Cultura, and ИТИГ ДВО РАН. The main URL is <http://www.vniismi.ru>.

ОАО "Институт механизированного инструмента" (ВНИИСМИ)

Статус

- 38 лет на рынке механизированного инструмента.
- 5 лет на рынке георадаров - приборов, позволяющих успешно решать большое количество уникальных задач для геологии, строительства

Перспективы

- Расширение спектра услуг в области инженерно-геологических изысканий и геофизических исследований в различных сферах деятельности.

Документы

- Сообщение об изменении адреса страницы в сети Интернет, используемой ОАО ВНИИСМИ для раскрытия информации [здесь](#).
- Годовой отчет ОАО ВНИИСМИ за 2011 год [здесь](#).
- Сообщение об утверждении годовой бухгалтерской отчетности акционерного общества за 2011 год [здесь](#).
- Информация о проведении общих собраний акционеров ОАО ВНИИСМИ [здесь](#).
- Годовая бухгалтерская отчетность ОАО ВНИИСМИ за 2011 год [здесь](#).
- Годовой отчет ОАО ВНИИСМИ за 2010 год [здесь](#).
- Сообщение об утверждении годовой бухгалтерской отчетности акционерного общества за 2010 год [здесь](#).
- Информация о проведении общих собраний акционеров ОАО ВНИИСМИ [здесь](#).
- Годовая бухгалтерская отчетность ОАО ВНИИСМИ за 2010 год [здесь](#).
- Уведомление о смене Регистратора Общества [здесь](#).
- Годовой отчет ОАО ВНИИСМИ за 2009 год [здесь](#).
- Сообщение об утверждении годовой бухгалтерской отчетности акционерного общества за 2009 год [здесь](#).
- Годовая бухгалтерская отчетность ОАО ВНИИСМИ за 2009 год [здесь](#).
- Список аффилированных лиц ОАО ВНИИСМИ [здесь](#).
- Сообщение об утверждении годовой бухгалтерской отчетности акционерного общества за 2008 год [здесь](#).
- Годовой отчет Открытого акционерного общества "Институт механизированного инструмента" (ВНИИСМИ) за 2008 год [здесь](#).
- Годовая бухгалтерская отчетность акционерного общества за 2008 год [здесь](#).

Направление деятельности

- Создание различных видов механизированного инструмента, других средств малой механизации
- Осуществление функций базовой организации по стандартизации механизированного инструмента
- Сертификация электро-, пневмо- и ручного инструмента, переносных электрических машин
- Разработка и производство импульсных радиолокаторов поверхностного

Руководитель

Беркут Андрей Ильич
Директор по развитию,
доктор технических наук

Партнеры

аудиторская служба партнеры

- Многочисленные строительные организации г. Москвы, Санкт-Петербурга, Сургута, Нижневартовска, Ханты-Мансийска, Уфы, Екатеринбурга и др. городов
- МОСОблГАЗ
- МОСТРАНСПГАЗ
- ТРАНСТЕЛЕКОМ
- Ведущие зарубежные фирмы-производители электронинструмента:
 - "BOSH" (Германия),
 - "Black & Decker" (США)

О КОМПАНИИ | ВИДЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ | ГЕОРАДАРЫ | КАК НАС НАЙТИ

La série Georadar "Loza" vous permet d'explorer la structure géologique de la terre jusqu'à une profondeur de 200 mètres.



Selon les radargrammes reçus, les spécialistes du VNIISMI peuvent identifier les endroits très humides, les fissures et failles, objets souterrains localisés et bien plus encore. Alors regardons de plus près les résultats. relevé géoradar de Sacsayhuaman. La numérisation a été effectuée sur les 4 niveaux de la forteresse.



Les écarts importants entre les blocs sont marqués en orange, les lieux d'effondrements sont marqués en rouge. Au cours de la recherche, 4 profils ont été mesurés sur les niveaux principaux du complexe. Pour un maximum de détails, les mesures ont été prises avec un pas minimum de 10 cm (la précision du pas était assurée par un ruban à mesurer).





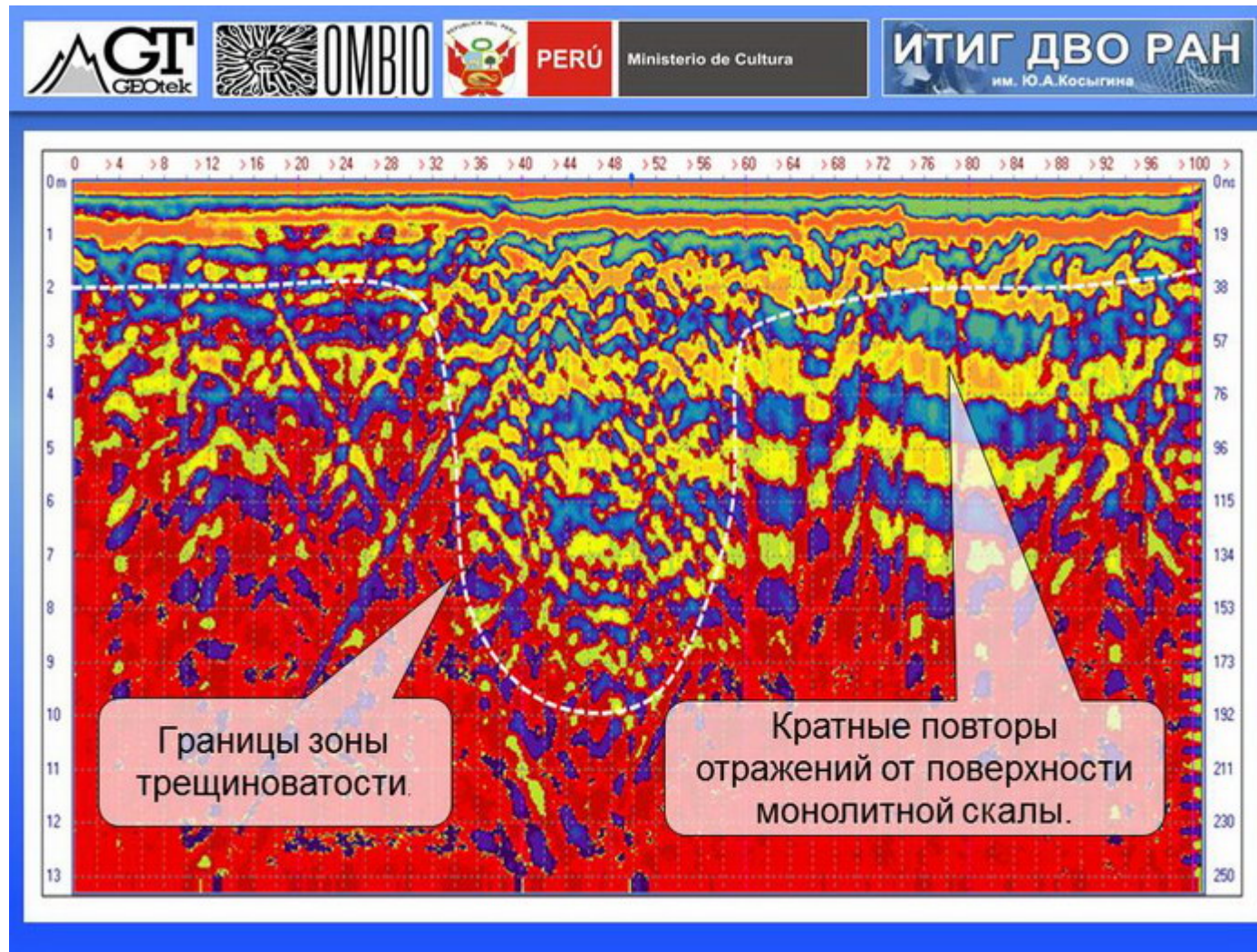


Les résultats des mesures ont été envoyés à l'Institut russe VNIISMI pour analyse et interprétation. Traitement
Les données ont été produites par Pavel Morozov, spécialiste en chef des géoradars au VNIISMI.

L'intérêt principal était la zone située sous les 3e et 4e niveaux de Sacsayhuaman, située à 60-70 mètres de l'effondrement de côté ouest.

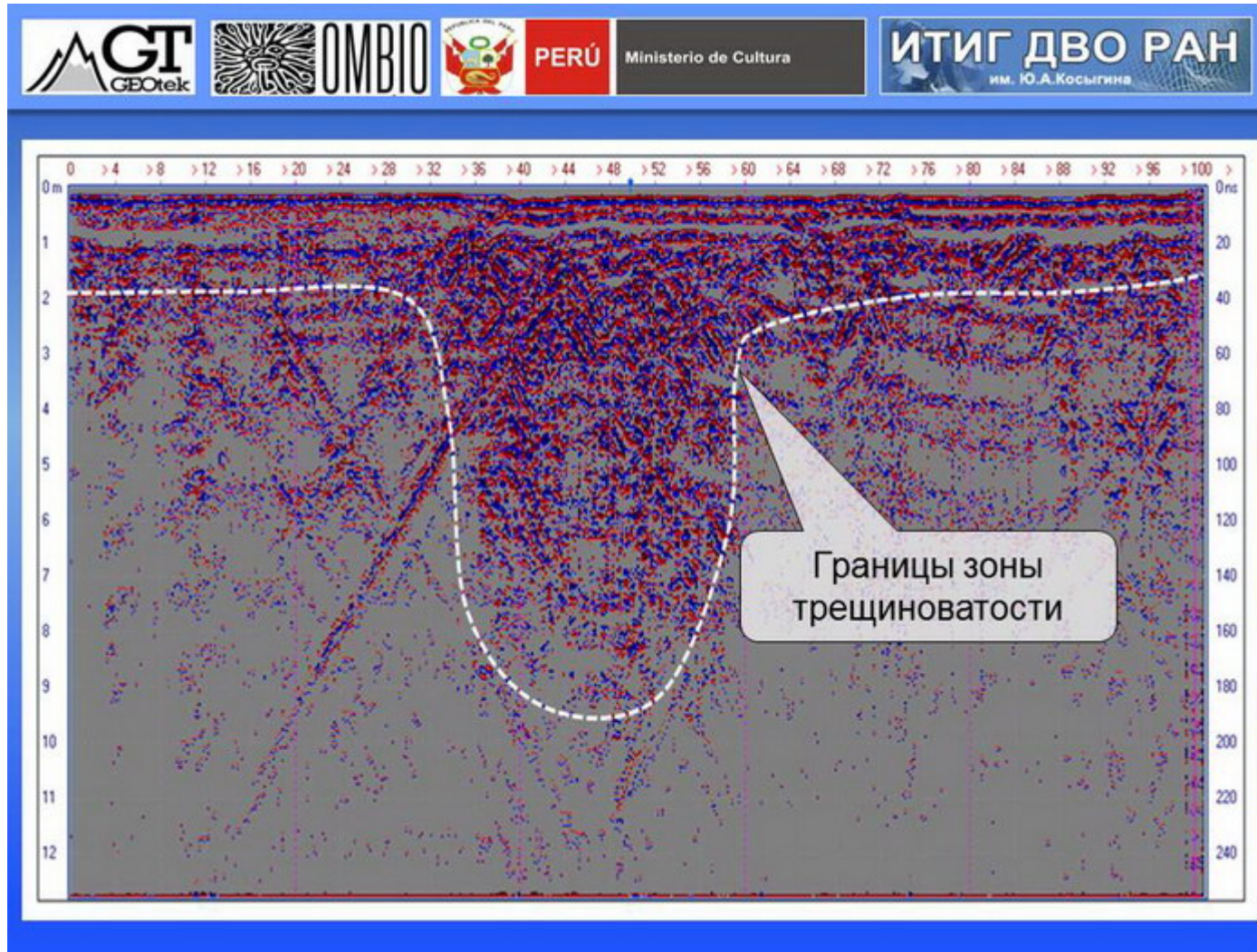


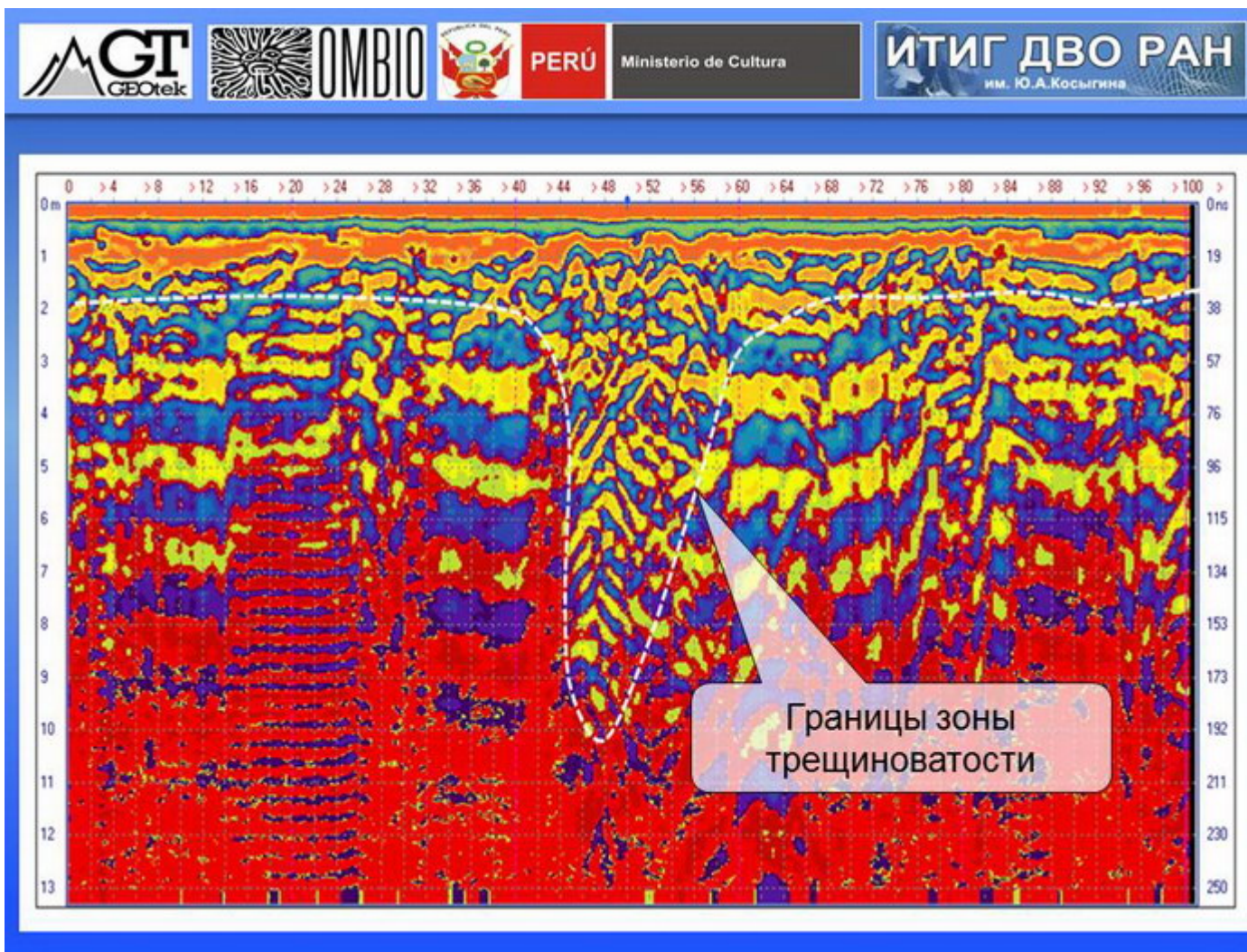
Sur l'image GPR, nous voyons ce qui suit :



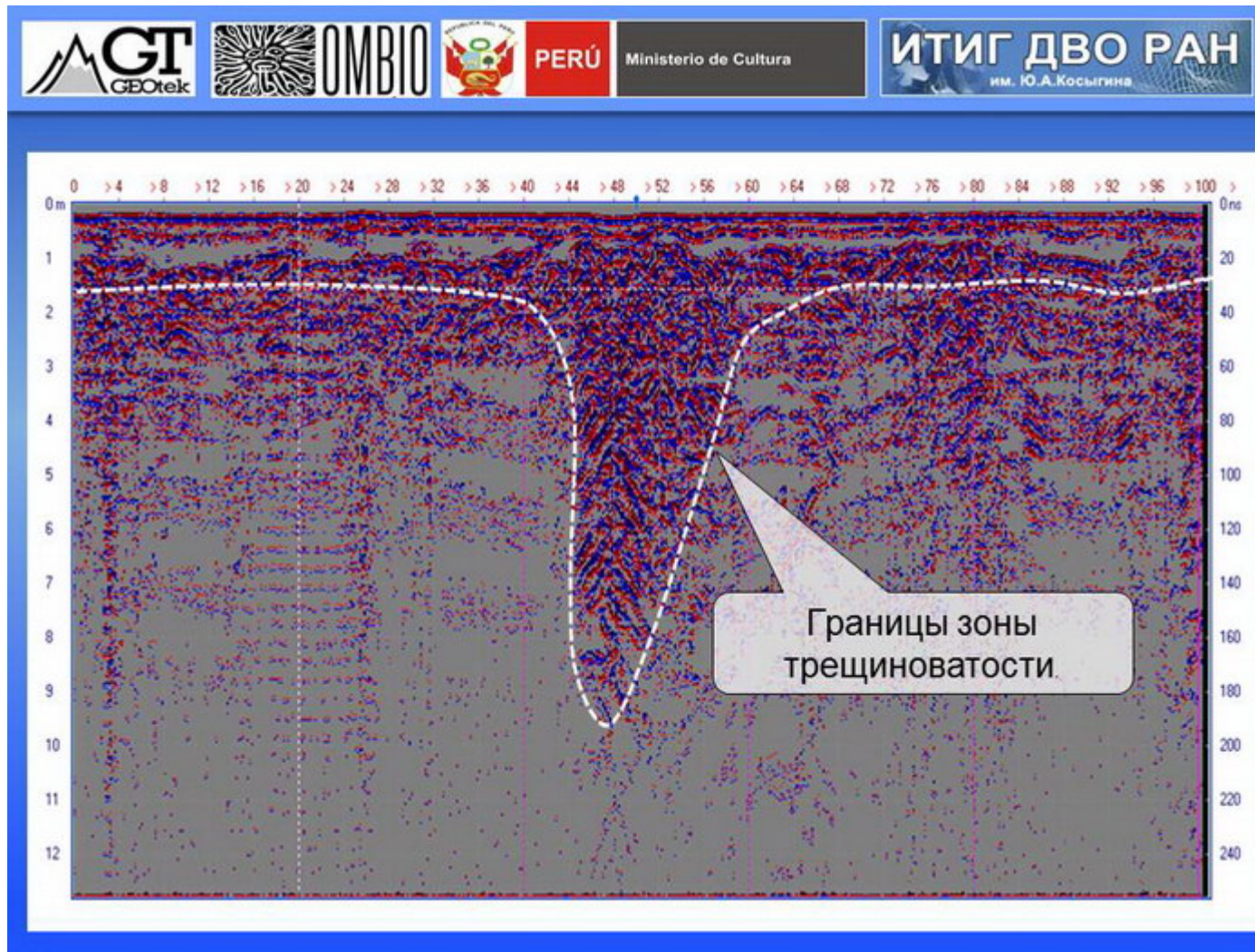
Comme on peut le voir, une vaste zone de sol rocheux fracturé est enregistrée dans la zone du 4ème niveau. Profondeur de zone la fracturation est enregistrée jusqu'à 10-12 mètres.

Regardons de plus près les images :

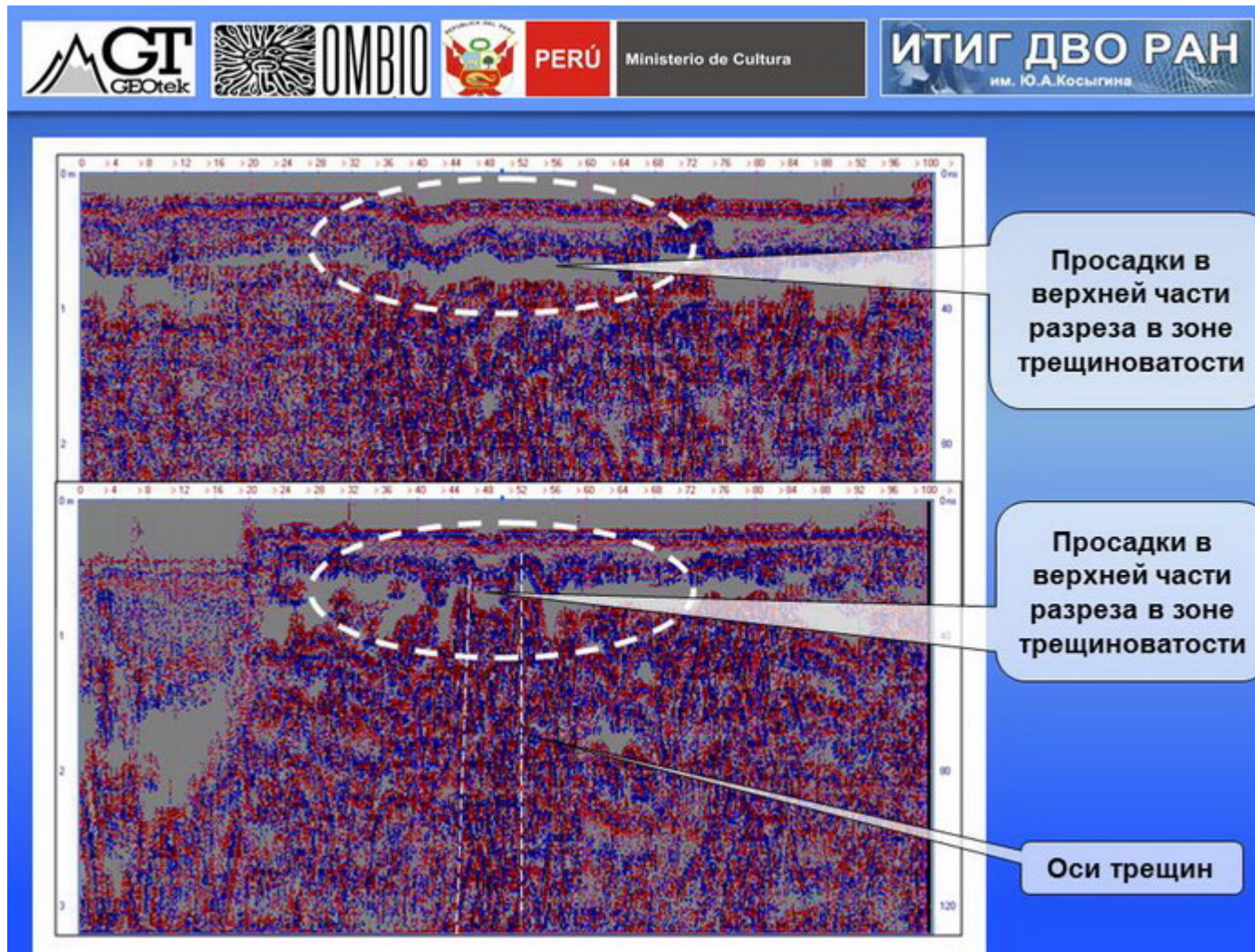




Dans la zone du 3ème palier, une vaste zone de fracturation est également enregistrée :



Une vaste zone de fracture traverse la base du mur. La présence d'une telle zone de fracturation sous le mur joue le rôle d'un bassin versant et d'un canal pour le mouvement des eaux souterraines vers le bas de la pente naturelle. Le mouvement local incontrôlé des eaux souterraines sous la base du mur entraîne l'élimination des fractions facilement solubles de la couche supérieure du sol de perte de capacité portante de la fondation du mur.



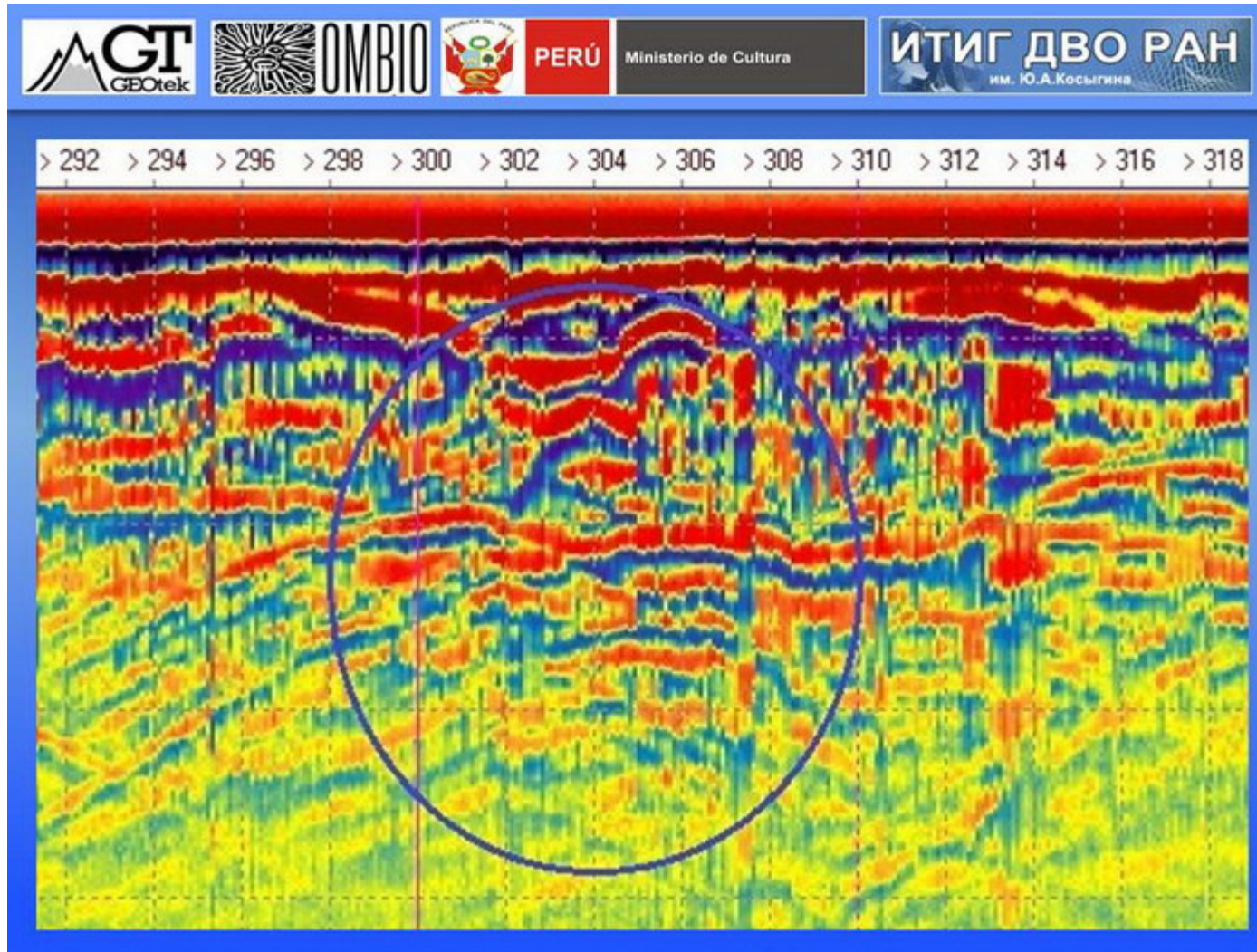
Lorsqu'elles sont agrandies, dans la partie supérieure de la section, les zones de creux et d'affaissement du sol sont clairement visibles directement sous fondation du mur.

Il convient de noter que c'est loin d'être le seul domaine de fracture. Ci-dessous quelques similaires exemples à différents niveaux.

Niveau 1 :



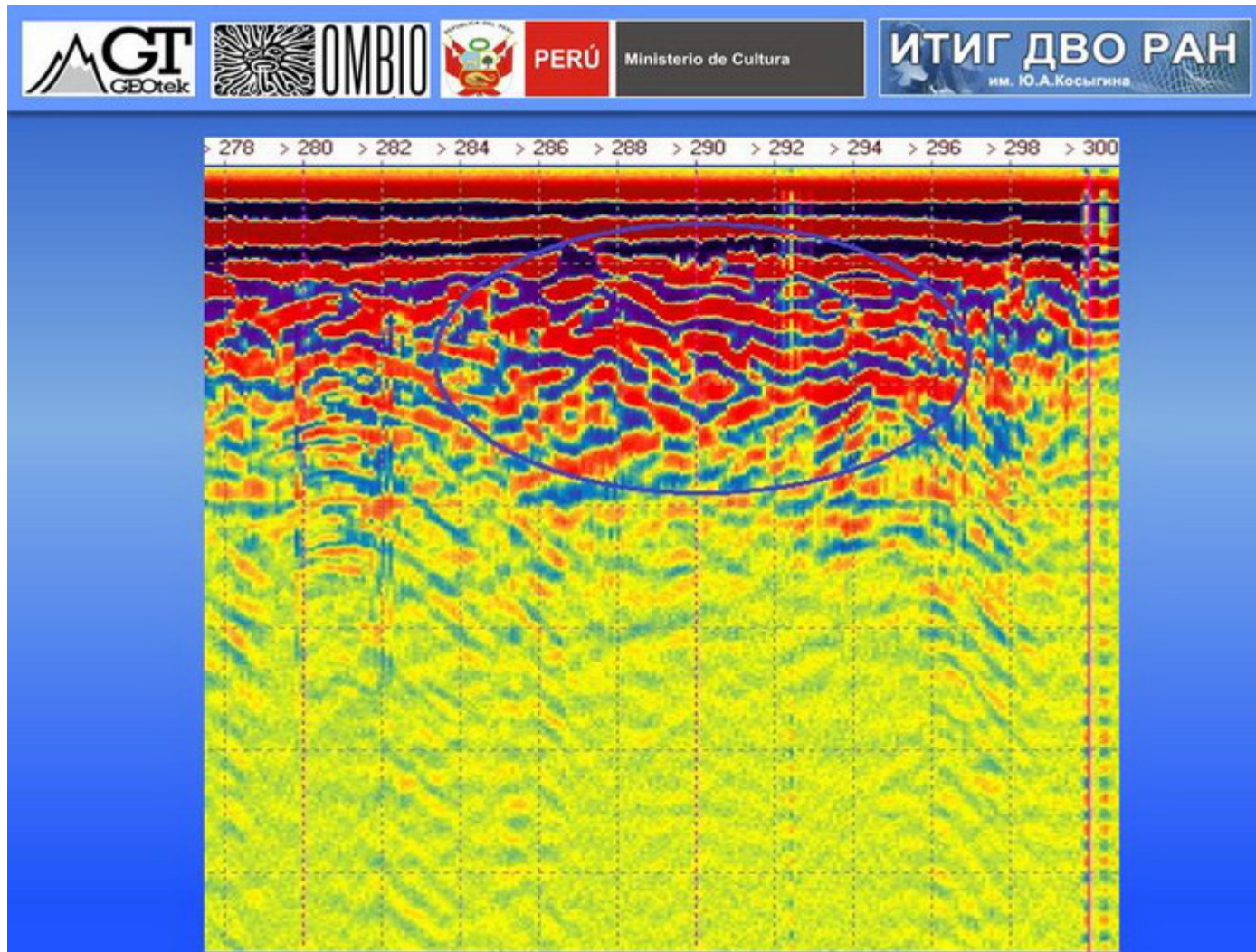
Levé géoradar :



Niveau 2:



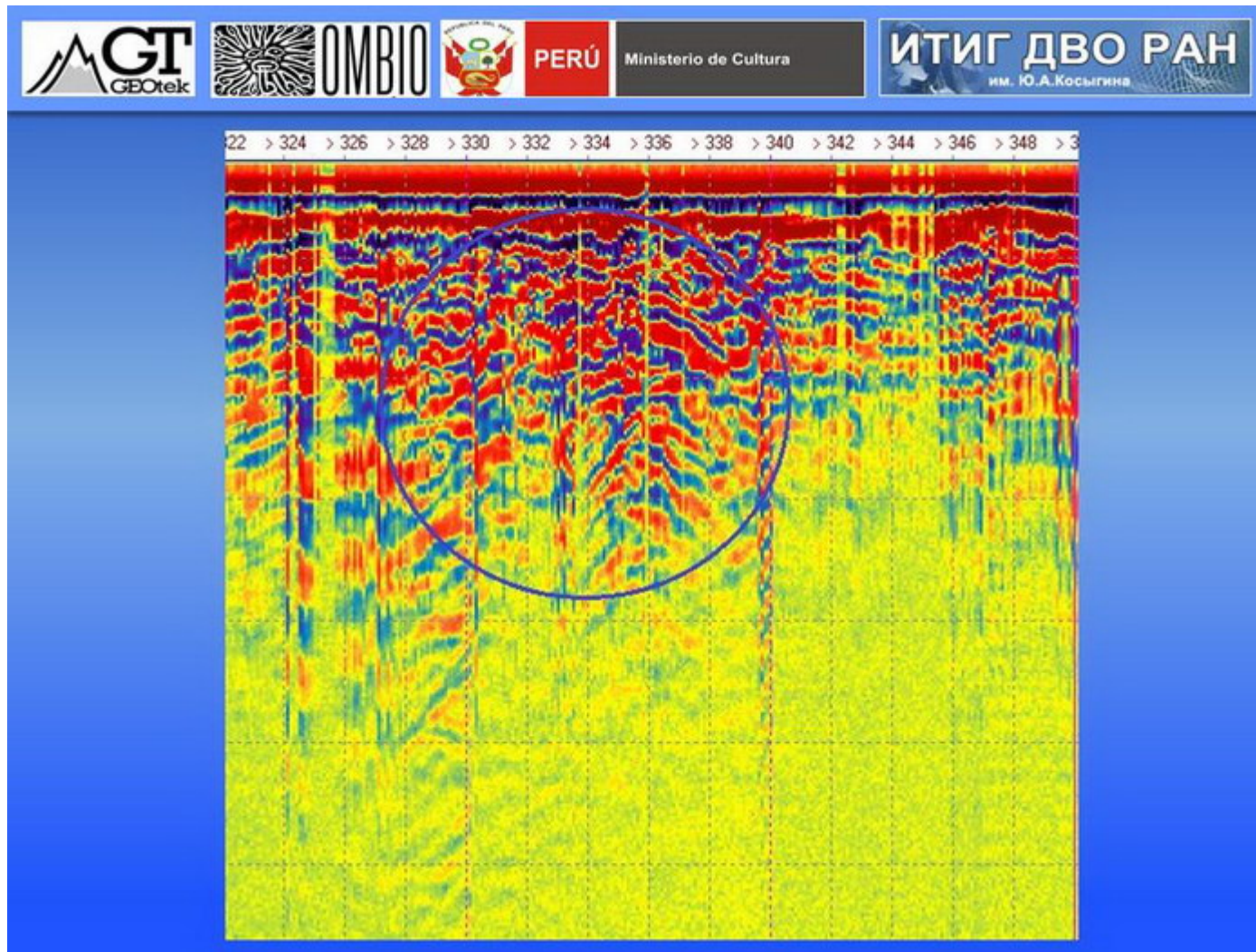
Levé géoradar :



Niveau 3:



Levé géoradar :



La nature générale de la destruction :



Sur la base des données obtenues, on peut conclure que pour éviter la destruction du mur, il est nécessaire d'examiner le sol à la base, d'identifier toutes les zones de fracture et de tracer leur continuation. A partir des données sur la position des zones de fracture qui collectent les eaux de surface et s'écoulent le long de la pente naturelle, il est nécessaire d'organiser l'interception du drainage des eaux de surface et de les détourner de
soubassements muraux.

Les études menées ont montré la présence d'un grave danger pour le complexe archéologique de Sacsayhuaman.

Sous les murs des gradins principaux, des zones de sol rocheux fissuré ont été trouvées, ce qui contribue au mouvement incontrôlé des eaux souterraines, au lessivage des fractions facilement solubles du sol supérieur et à la perte de la capacité portante de la fondation du mur. Des recommandations sont envisagées pour éliminer l'impact négatif
défauts de la roche.

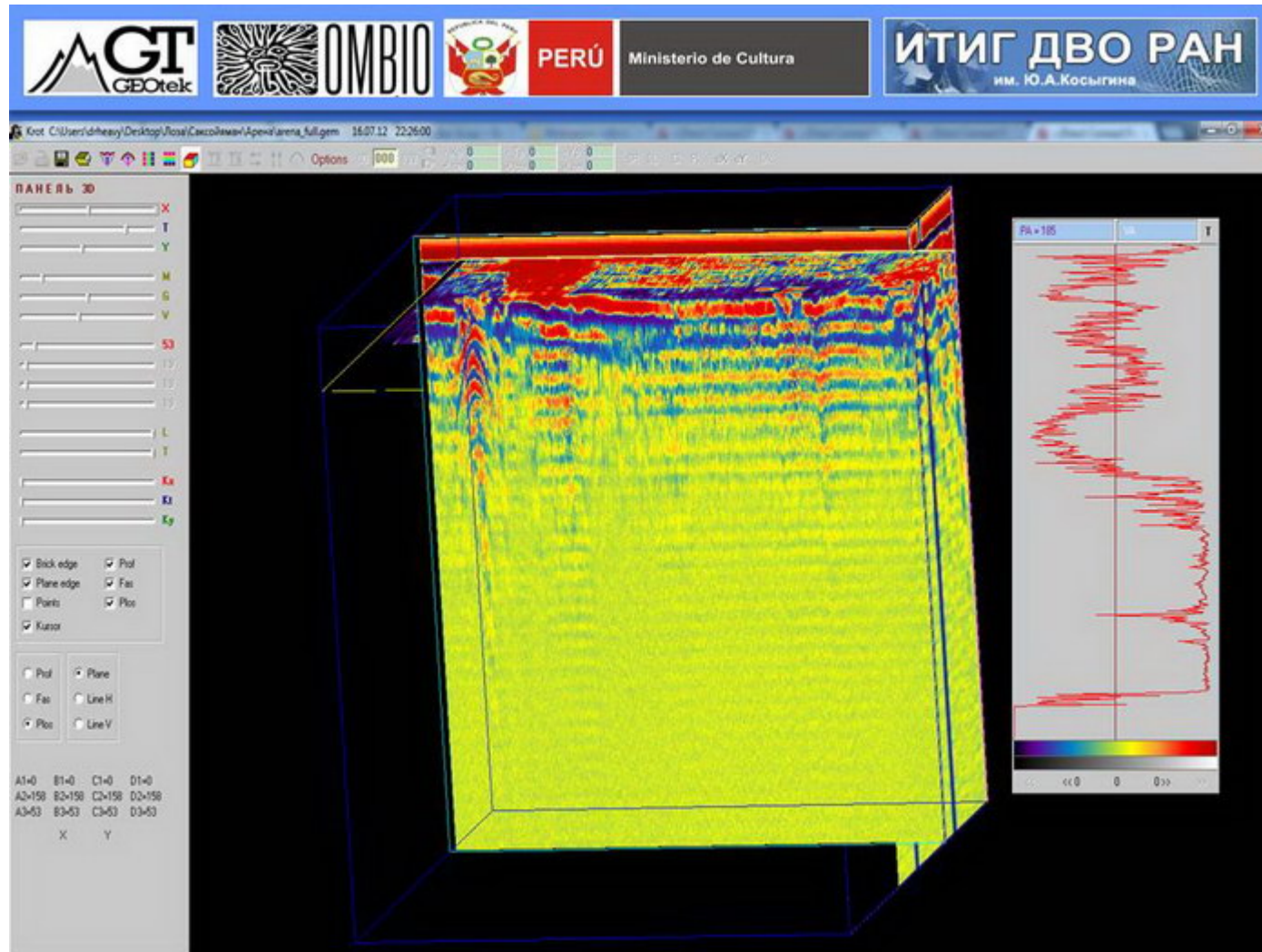
Recherche Archéologique "Arène".



En plus des études principales de la forteresse, une étude complémentaire a également été réalisée sur une zone arrondie dans la partie nord de Sacsayhuaman (ci-après dénommée "l'Arène"). Il est d'un grand intérêt archéologique vision. Pour faciliter les mesures, une zone rectangulaire a été choisie.



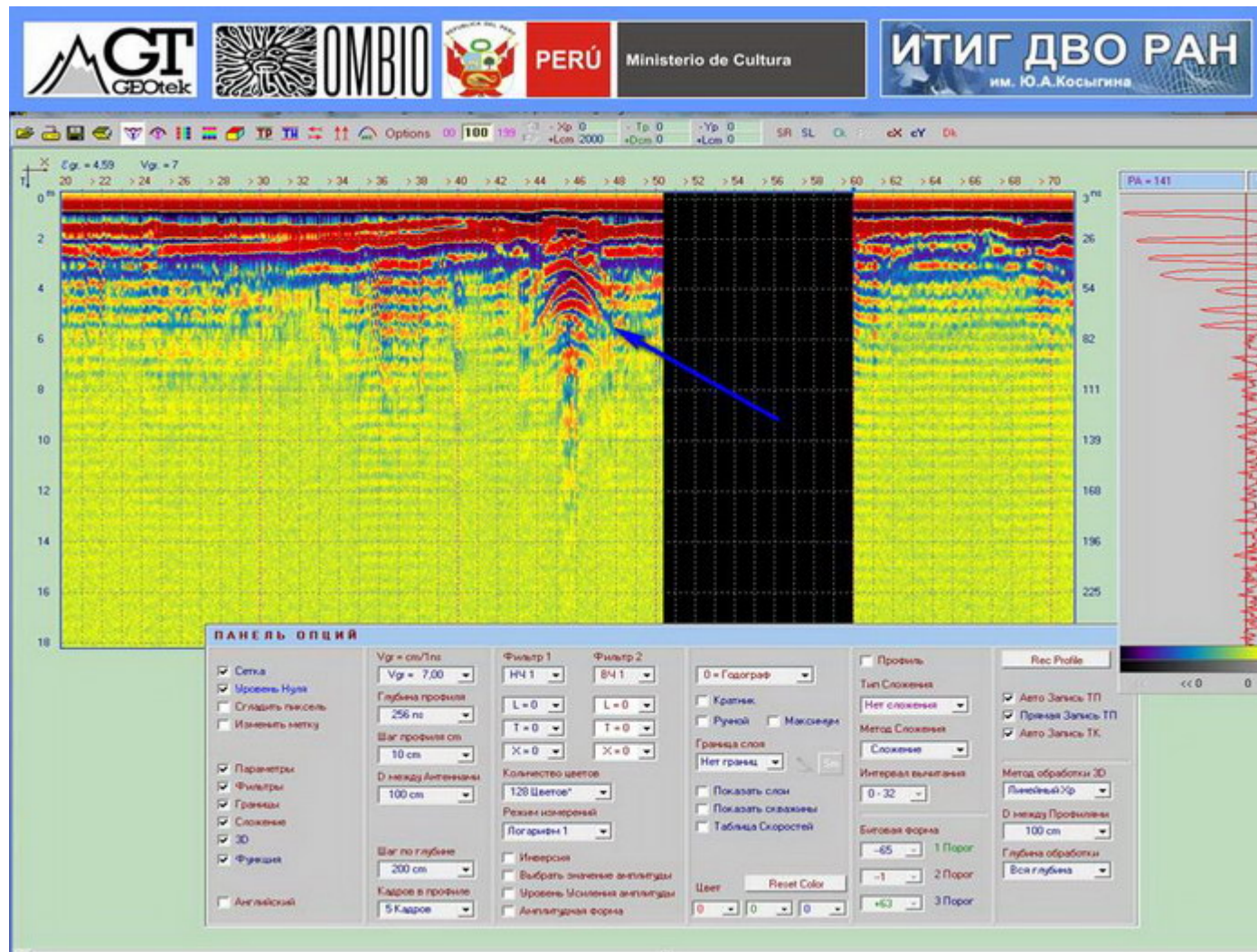
Dans l'image ci-dessus, les chiffres "1" - "4" marquent les limites de la zone de mesure. Au total, 35 ont été mesurés profils de 50 mètres chacun (le premier profil dans le sens "1" vers "2", le second "3" vers "4"), la distance entre les profils est de 1 mètre. Après le traitement initial des données, il est devenu possible de construire la zone d'étude en 3D mode:



Les données obtenues ont été envoyées pour traitement à l'Institut VNIISMI, où plusieurs intéressantes installations souterraines. Entre les marques "2" et "4", presque à la frontière même des mesures, il y a un bémol le sommet d'un gros rocher qui est au niveau du sol. (Montré ci-dessous dans l'image avec une flèche rouge).

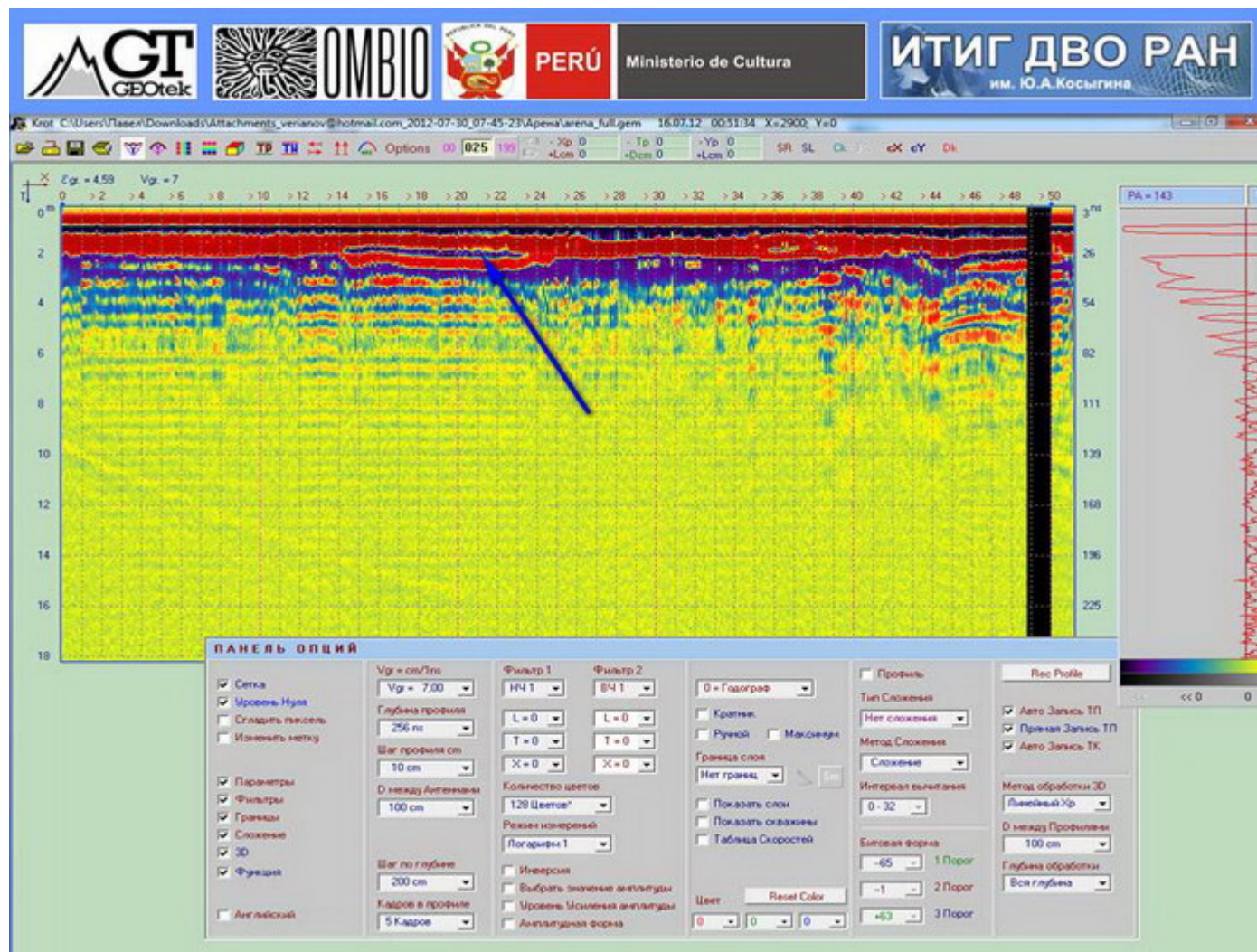


Ci-dessous un radargramme avec cet objet :

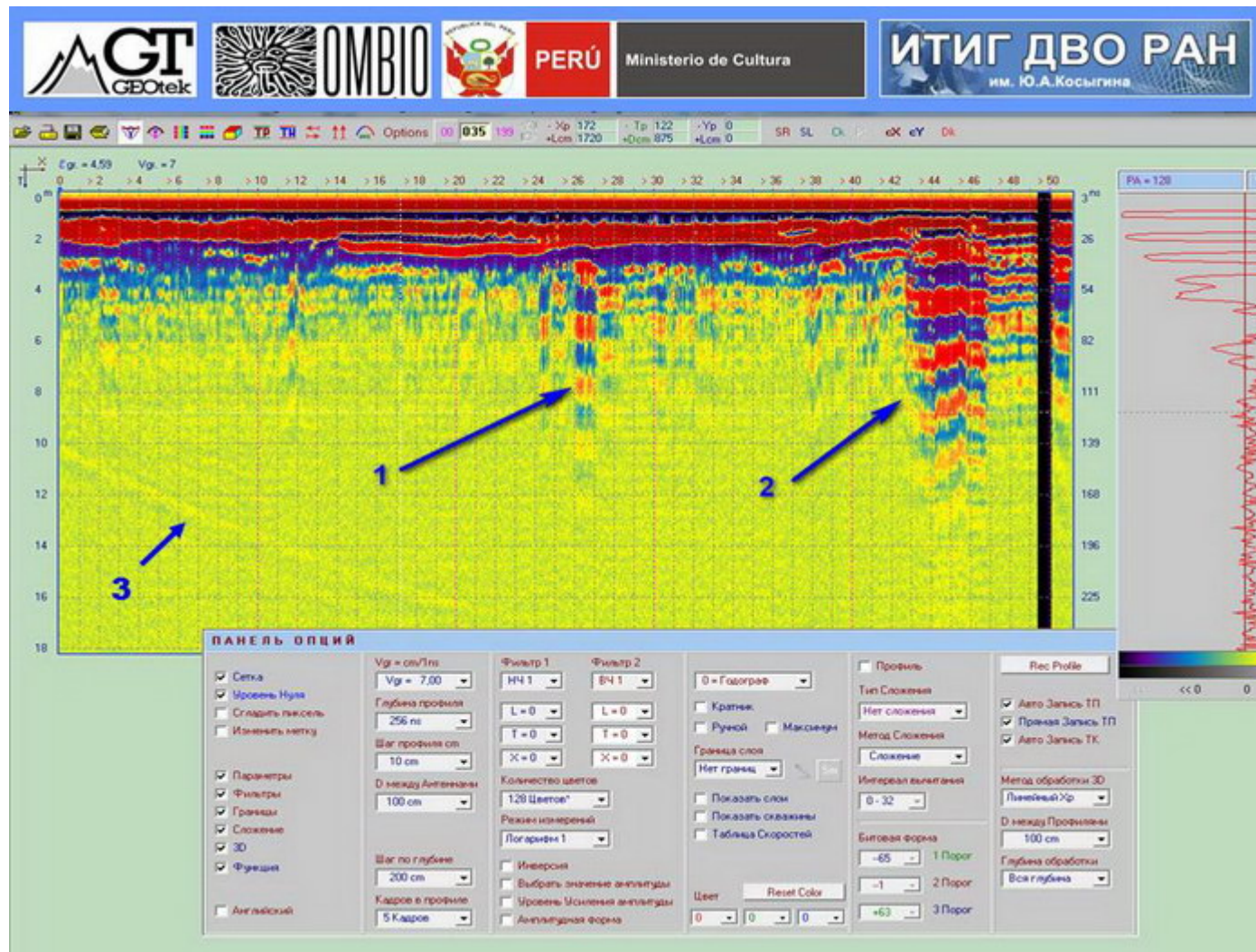


Le spécialiste du VNIISMI a interprété sans équivoque cet objet comme une crypte souterraine ou une structure de forme similaire.

Aussi, dans la majeure partie de la zone mesurée, avec un certain décalage vers la marque "1", une fosse a été enregistrée, située à une faible profondeur (environ 2 m) et changeant sa longueur de 4 à 20 mètres :



Sur le 8ème profil, à une profondeur considérable, une grosse pierre a été trouvée (marquée "1" sur la figure) et plaque (marquée "2" sur la figure):



De plus, des arcs faiblement observables dans le coin inférieur gauche des deux dernières figures suggèrent que "l'Arena" a un fond en forme de coupe (flèche "3"). Cependant, les données disponibles sont insuffisantes pour le confirmer. sans équivoque, car lors des mesures, le mode conçu pour la faible profondeur a été utilisé.

Partie 2. Etude géochimique des blocs de maçonnerie de la forteresse de Sacsayhuaman.



Au cours des levés au radar pénétrant dans le sol, les spécialistes de Geo & Asociados SRL ont remarqué une importante érosion de la surface de nombreux rochers de Sacsayhuamana. La première analyse grossière a été effectuée lors des mesures GPR. Deux échantillons ont été placés dans un milieu acide (vinaigre). Après quelques heures, les échantillons ont été presque complètement dissous, ne laissant derrière lui qu'une petite quantité de sédiments.



Malgré la formule chimique exacte inconnue du matériau, au moment de l'expérience sur le terrain conditions, le résultat a montré que les blocs de pierre dans les murs de Sacsayhuaman peuvent se dissoudre progressivement sous l'influence d'un environnement acide. Un environnement acide est souvent observé dans les précipitations aux endroits où entreprises de l'industrie lourde où le cycle de production impliquant divers acides commis avec des violations. (Par exemple, l'industrie minière).

Pour confirmer cette version, il est nécessaire d'étudier la composition chimique des précipitations. En cas de détection même d'un faible pourcentage d'acides dans l'eau de pluie, des mesures immédiates doivent être prises pour protéger le complexe archéologique de Sacsayhuaman avec des méthodes modernes (application revêtement de protection sur les blocs de pierre, etc.)



Pour connaître les raisons de ces processus, en accord avec le personnel du complexe archéologique, des échantillons de matériel qui ne représentent pas de valeur culturelle et ont été transférés à l'Institut de tectonique et de géophysique de la branche extrême-orientale de l'Académie des sciences de Russie. (ITIG FEB RAS) pour des analyses complètes afin de clarification de la formation géologique exacte, des caractéristiques, ainsi que de la formule chimique des échantillons prélevés.

But de l'étude: méthodes instrumentales pour montrer les similitudes et les différences dans la composition et la structure chimiques des échantillons des blocs des murs de la forteresse de Sacsayhuaman et d'une carrière, d'où, vraisemblablement, la roche a été extraite pour la construction de la structure. Cette étude est nécessaire pour résoudre la question de la source de construction matériau et élucidation des spécificités des processus de traitement du matériau des blocs de maçonnerie.

Méthodes et équipements de recherche :

1. **Microscopie optique**(microscope polarisant Axio Imager A2m, Carl Zeiss, Allemagne ; binoculaire microscope Découverte v. 12, Carl Zeiss, Allemagne).

The advertisement features a blue background with logos at the top: GT GBOtek, OMBIO, PERÚ, Ministerio de Cultura, and ИТИГ ДВО РАН им. Ю.А.Косыгина. The central text reads 'ОПТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ'. On the left is a polarizing microscope (Axio Imager A2m) and on the right is a binocular microscope (Discovery v. 12) connected to a computer monitor displaying microscopic images. The Zeiss logo is centered at the bottom.

Поляризационный микроскоп Axio Imager A2m, Карл Цейсс, Германия.

Бинокулярный микроскоп Discovery v. 12, Карл Цейсс, Германия

Une particularité du microscope **Axio Imager A2m de Carl Zeiss** est le développement de l'éclairage systèmes avec un collecteur apochromatique, qui assure une haute qualité du flux lumineux incident sur la surface de l'objet et assure sa reproduction précise dans l'image non seulement grâce à une optique de lentille de haute qualité, mais également grâce au flux lumineux qui forme l'image. Méthodes de recherche en lumière transmise et réfléchie : fond clair, fond noir, polarisation, luminescence, interférence différentielle
contraste. Optique corrigée à l'infini.

Pour la recherche **composition des phases** échantillons, un microscope binoculaire automatisé équipé d'un accessoire photo a été utilisé **Découverte V.12. société Carl Zeiss**, avec différents modes de rétroéclairage. Avec son aide, de petits échantillons et des échantillons broyés à l'état de sable fin ont été étudiés. But de l'étude - diagnostiquer les minéraux qui composent les échantillons et étudier leurs rapports quantitatifs.

2. Analyse par fluorescence X de la composition chimique (S4 Pioneer, Brucker, Allemagne).



GT
GEOtek

OMBIO

PERÚ
Ministerio de Cultura

ИТИГ ДВО РАН
им. Ю.А. Косыгина


Рентгено-флюоресцентный анализ химического состава

S4 Pioneer, Брукер, Германия,


Позволяет получить высокую чувствительность к легким элементам, достоверное определение следовых концентраций и высокую точность измерений. Прибор позволяет анализировать все элементы от бериллия до урана в жидких, твердых и порошкообразных пробах.

Analyse de fluorescence X à l'aide d'un spectromètre séquentiel à dispersion d'ondes **PIONNIER S4**, avec une puissance de 4 kW vous permet d'obtenir une sensibilité élevée aux éléments légers, une détermination fiable des concentrations de traces et une grande précision de mesure. L'appareil vous permet d'analyser tous les éléments du béryllium à l'uranium dans les échantillons liquides, solides et pulvérulents.

3. Analyse de phase aux rayons X de la structure (Miniflex II, Rigaku, Japon).



Рентгено-фазовый анализ структуры



Miniflex II, Ригаку, Япония

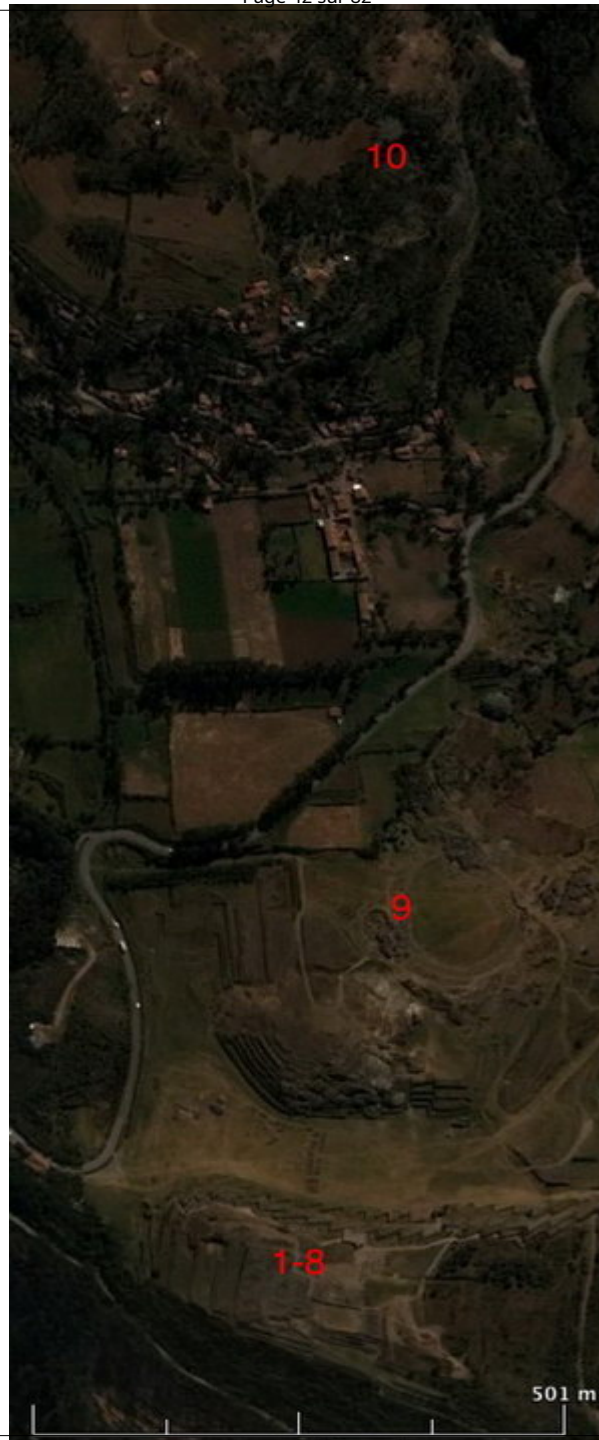
Многофункциональный дифрактометр широкого назначения, предназначенный для проведения качественного и количественного фазового анализа поликристаллических материалов.

MiniFlex est un diffractomètre polyvalent conçu pour analyse de phase qualitative et quantitative des matériaux polycristallins.

RÉSULTATS DE LA RECHERCHE GÉOCHIMIQUE

Les sites de prélèvement sont indiqués par des numéros :



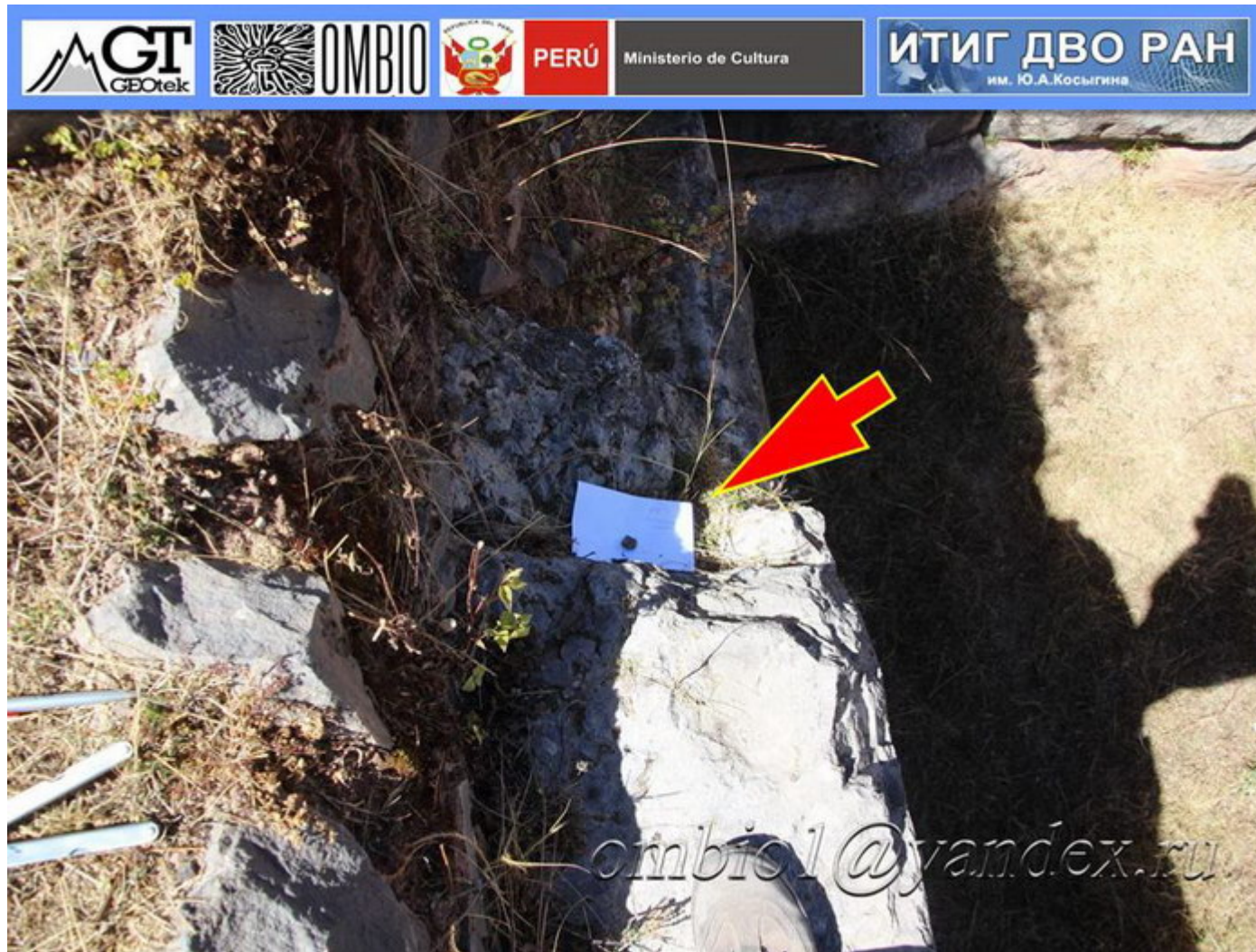


FORTERESSE DE PREMIER NIVEAU.

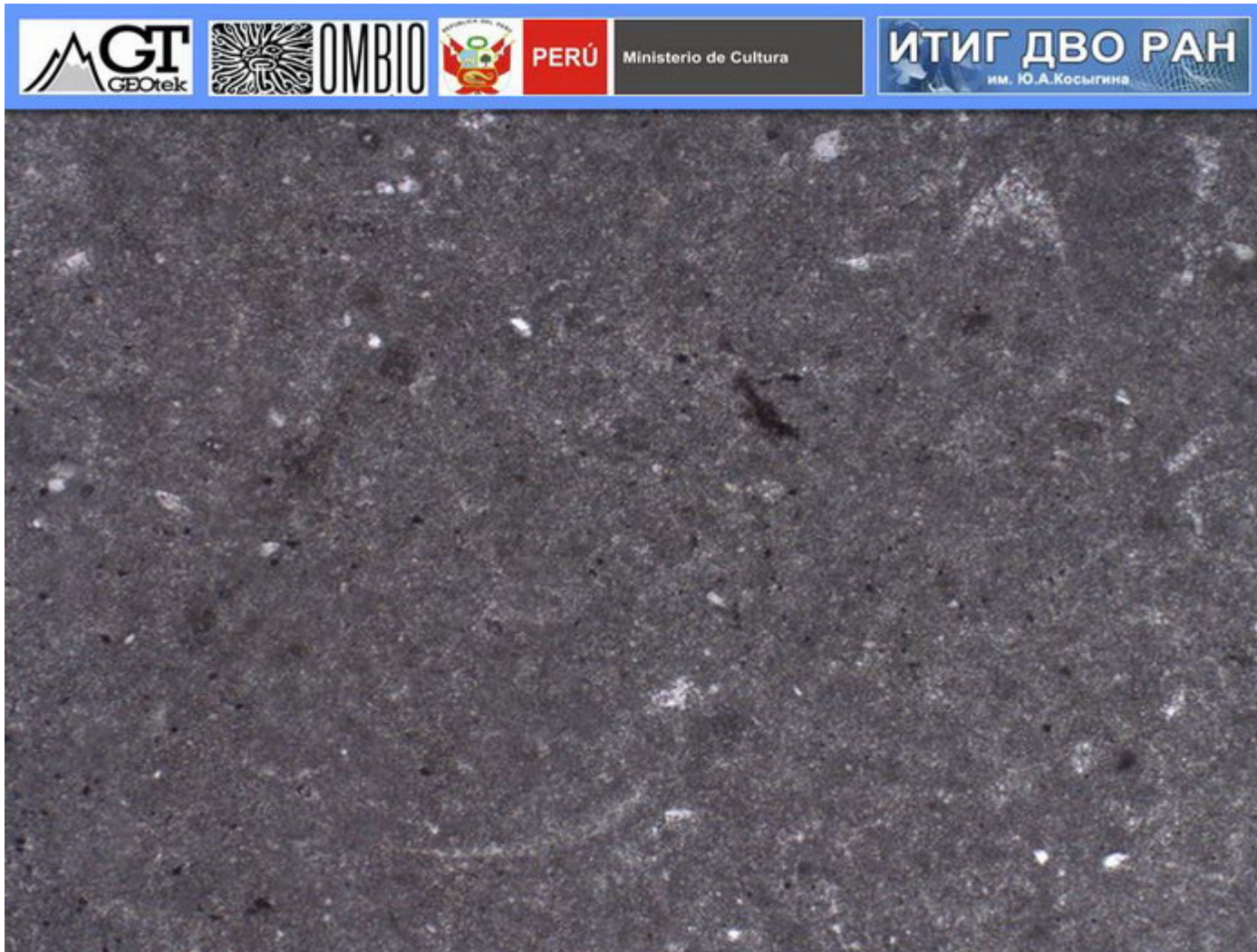
N° 1. Face occidentale de Saxauyaman.



Emplacement de l'échantillon :



Section mince:



La description:

Calcaire cristallin fin sans traces de résidus organiques.

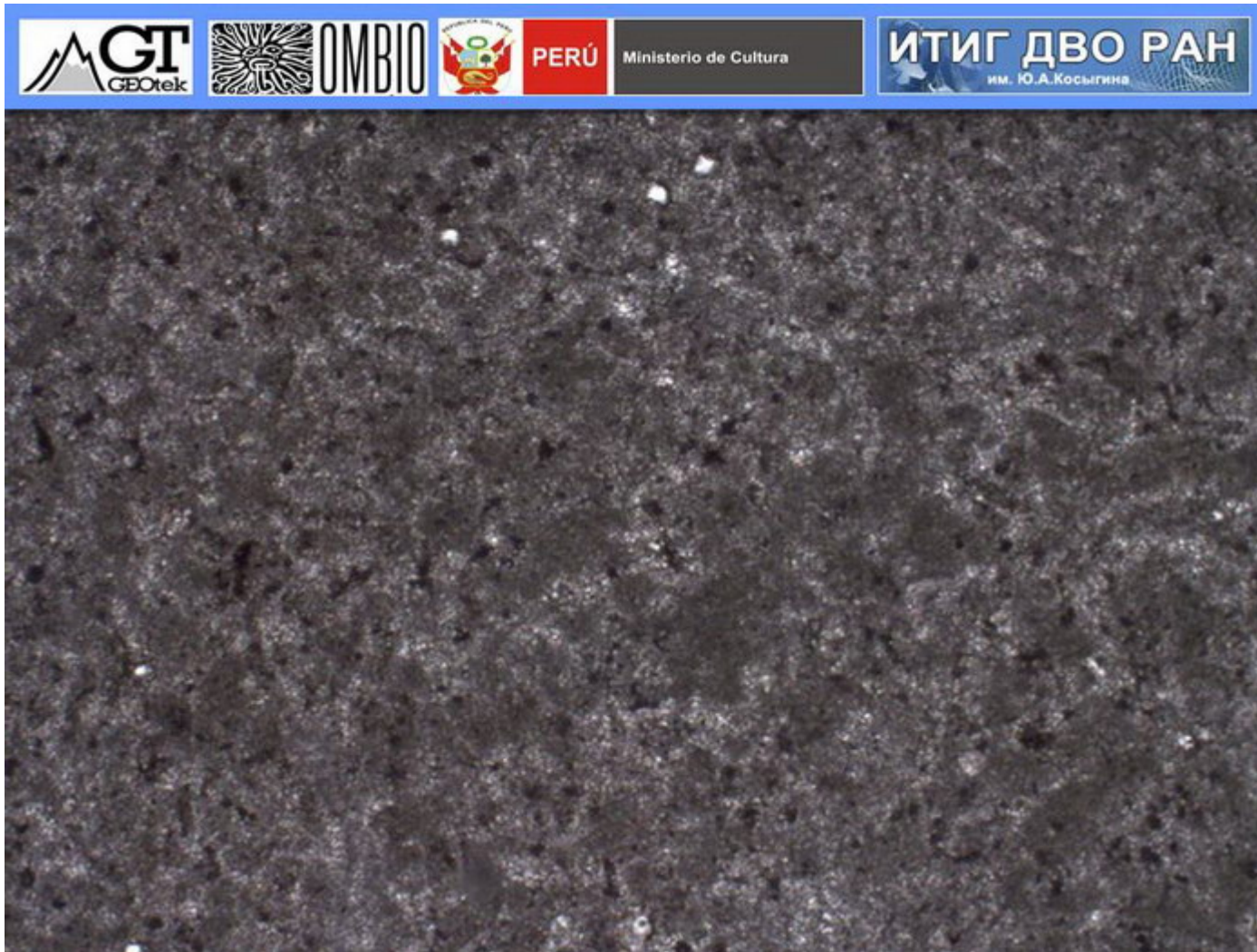
N° 2. Première dent.



Emplacement de l'échantillon :



Section mince:



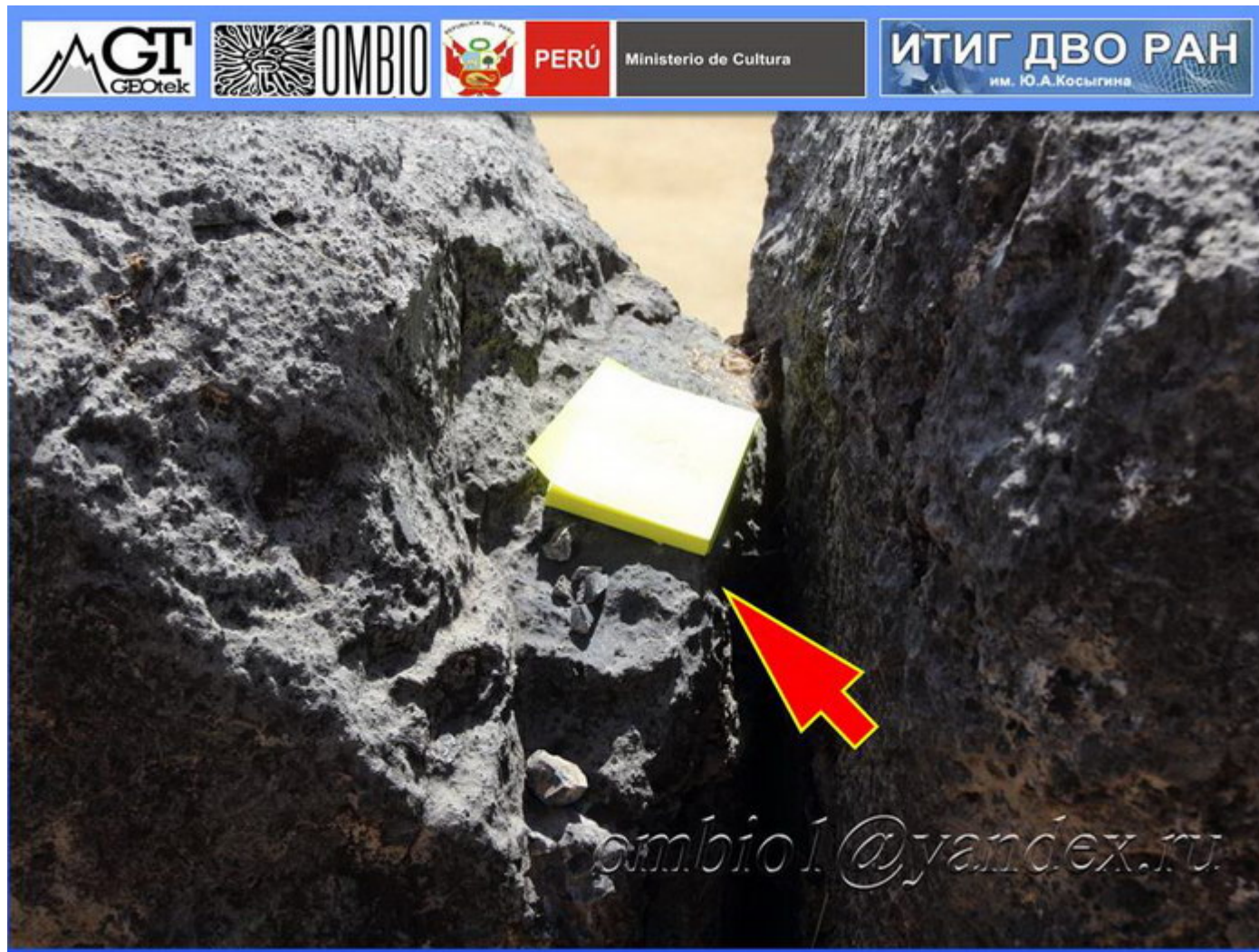
La description:

Calcaire cristallin fin sans traces de résidus organiques.

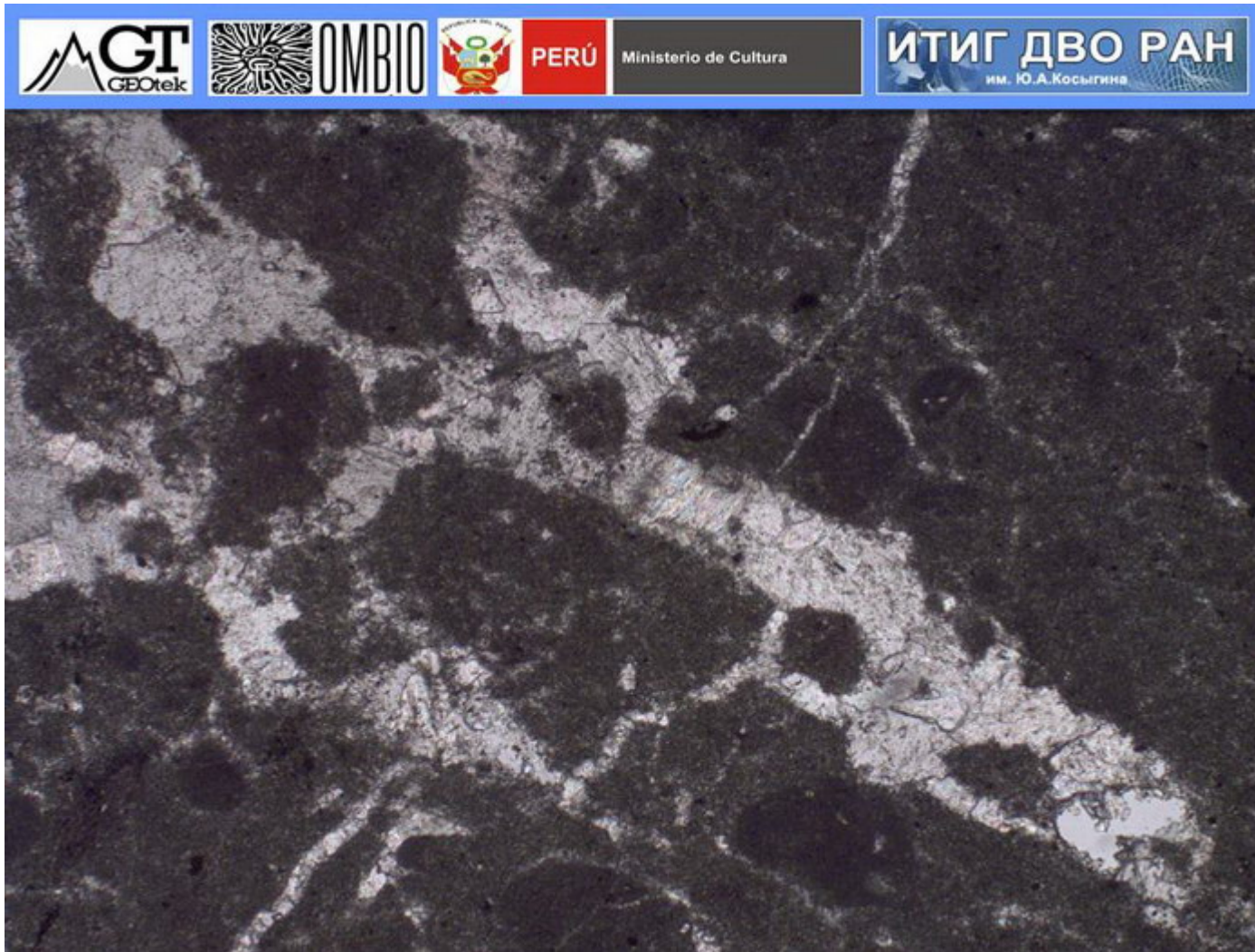
N ° 3. Grosse dent.



Emplacement de l'échantillon :



Section mince:



La description:

Calcaire à grain fin sans traces de résidus organiques, fortement fracturé et recristallisé.

La recristallisation implique la dissolution des phases cristallines (ou amorphes) présentes dans la roche et la formation d'autres cristaux (ou les mêmes, mais avec des caractéristiques différentes). Ainsi, le calcaire à grain fin recristallise en marbre - une roche à grain plus grossier. Si le processus ne se produit pas en masse, mais le long des fissures, où il y a beaucoup de solvant - eau, alors nous obtenons des structures, comme dans nos lames minces: une masse de calcaire à grain fin (non recristallisée) est entrecoupée de veines - fissures, rempli de gros cristaux de calcite, en fait - de marbre. La calcite peut cristalliser à très faible températures, il y aurait assez d'eau et de temps.

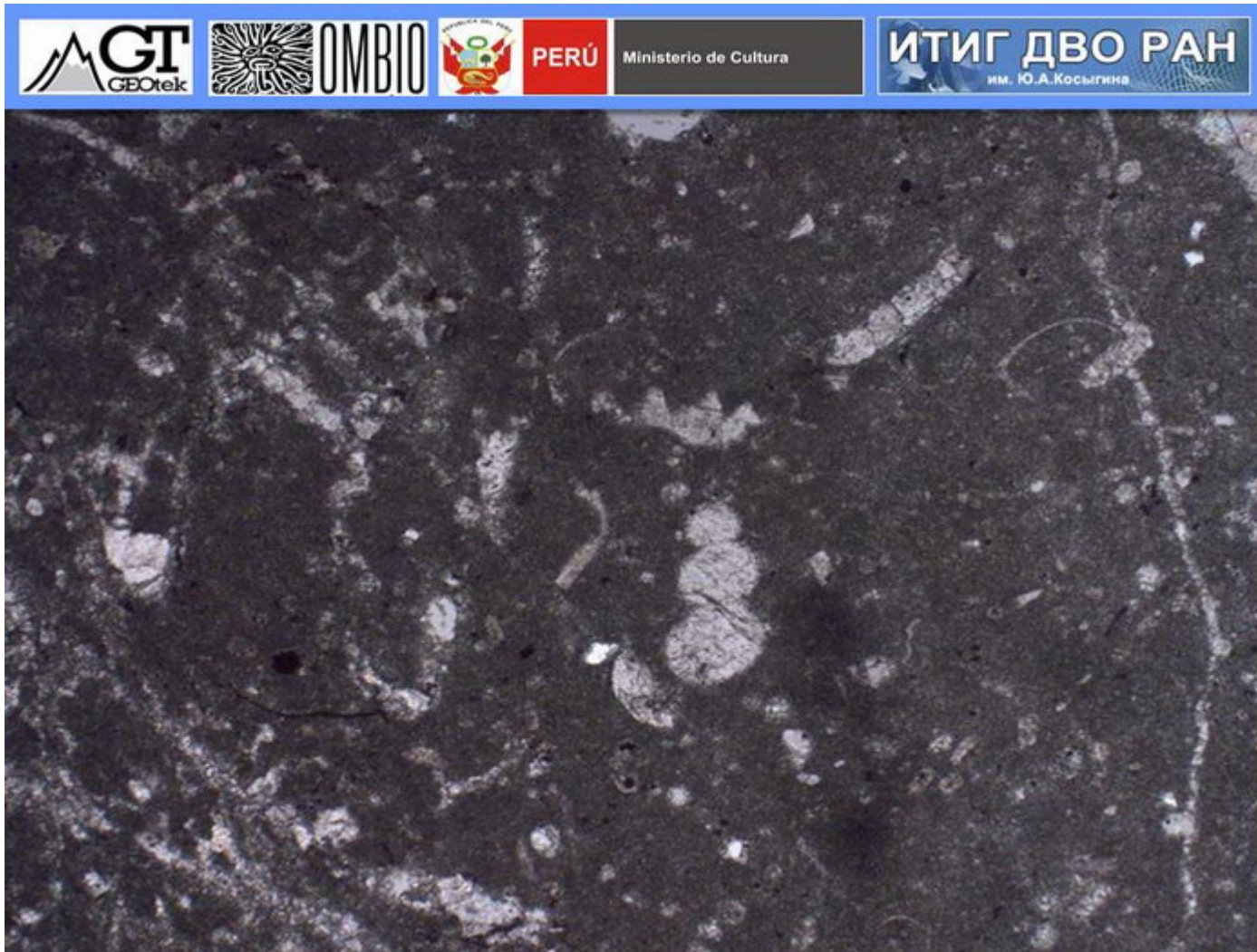
ZONE ARCHEOLOGIQUE. FORTERESSE DE TROISIÈME NIVEAU.

Numéro 4. Éclat de bloc. Surface finie avec des points blancs :





Exemple de rubrique :



La description:

calcaire organique. Les résidus organiques sont clairement visibles.

N ° 5. Éclat de bloc.



Emplacement de l'échantillon :



Section mince:



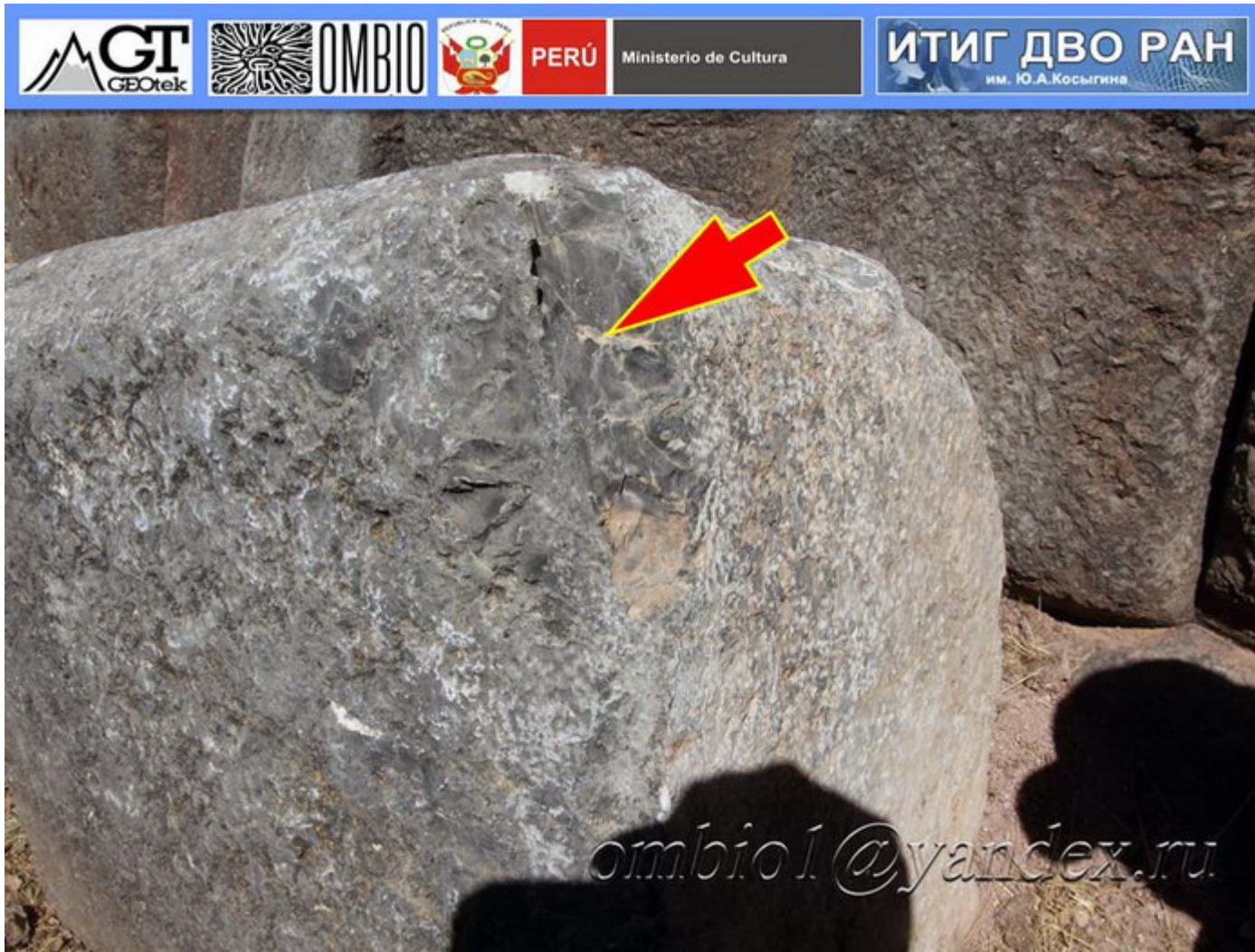
La description:

Calcaire cristallin fin. La présence de fragments broyés de résidus organiques est possible.

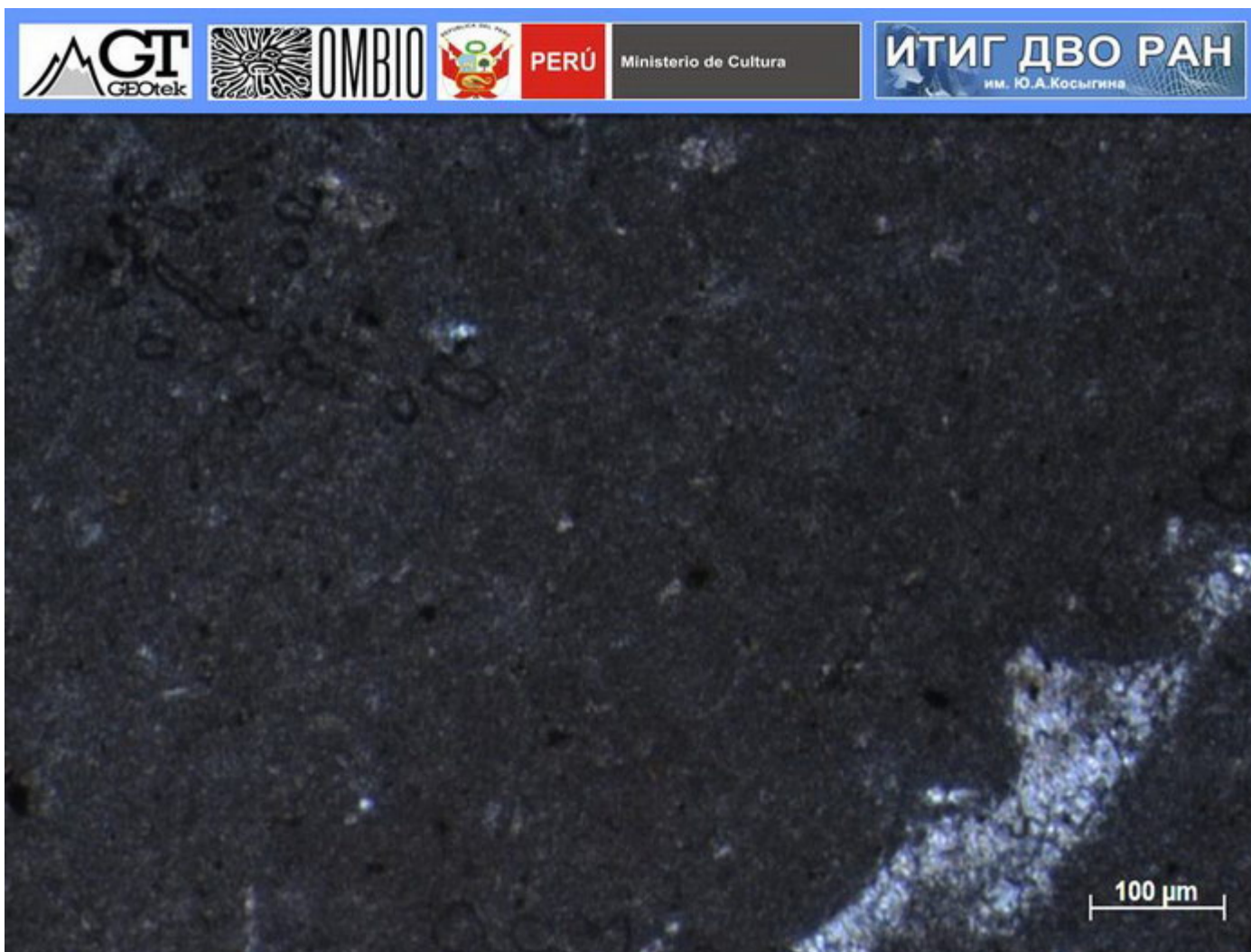
Numéro 6. Bloc de maçonnerie.



Emplacement de l'échantillon :



Section mince:

La description:

Calcaire cristallin fin sans traces de résidus organiques. Il est composé uniformément de microcristaux de calcite d'une taille de 1 à 10 μm .

L'identification de la calcite a été confirmée par analyse de phase aux rayons X. À certains endroits, de petites veines sont observées dans la roche et lentilles remplies de calcite cristalline plus grossière.

LE MUR DE LA STRUCTURE AU SOMMET DE LA COLLINE.

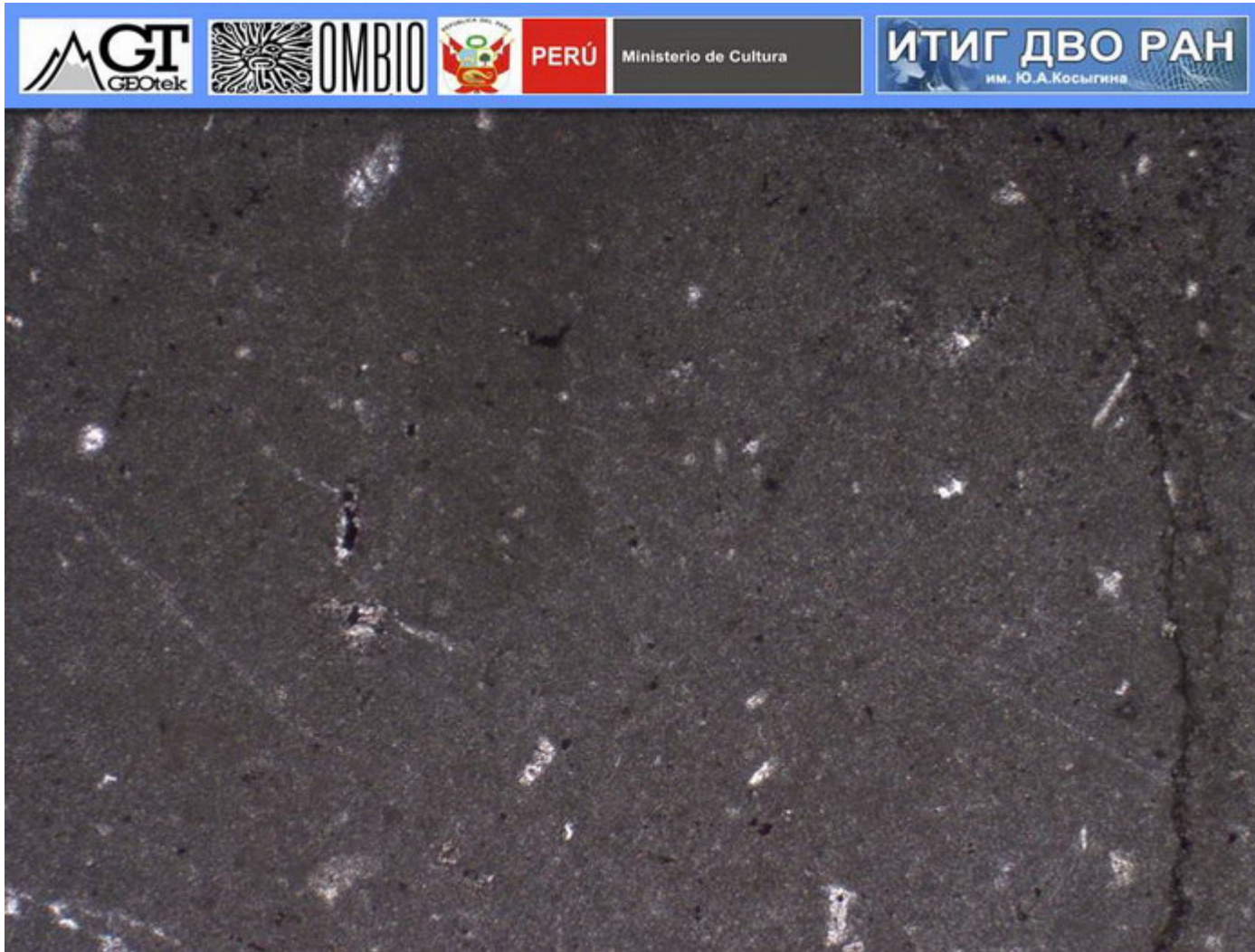
N° 7. Superficie finie. Injeccion.



Emplacement de l'échantillon :



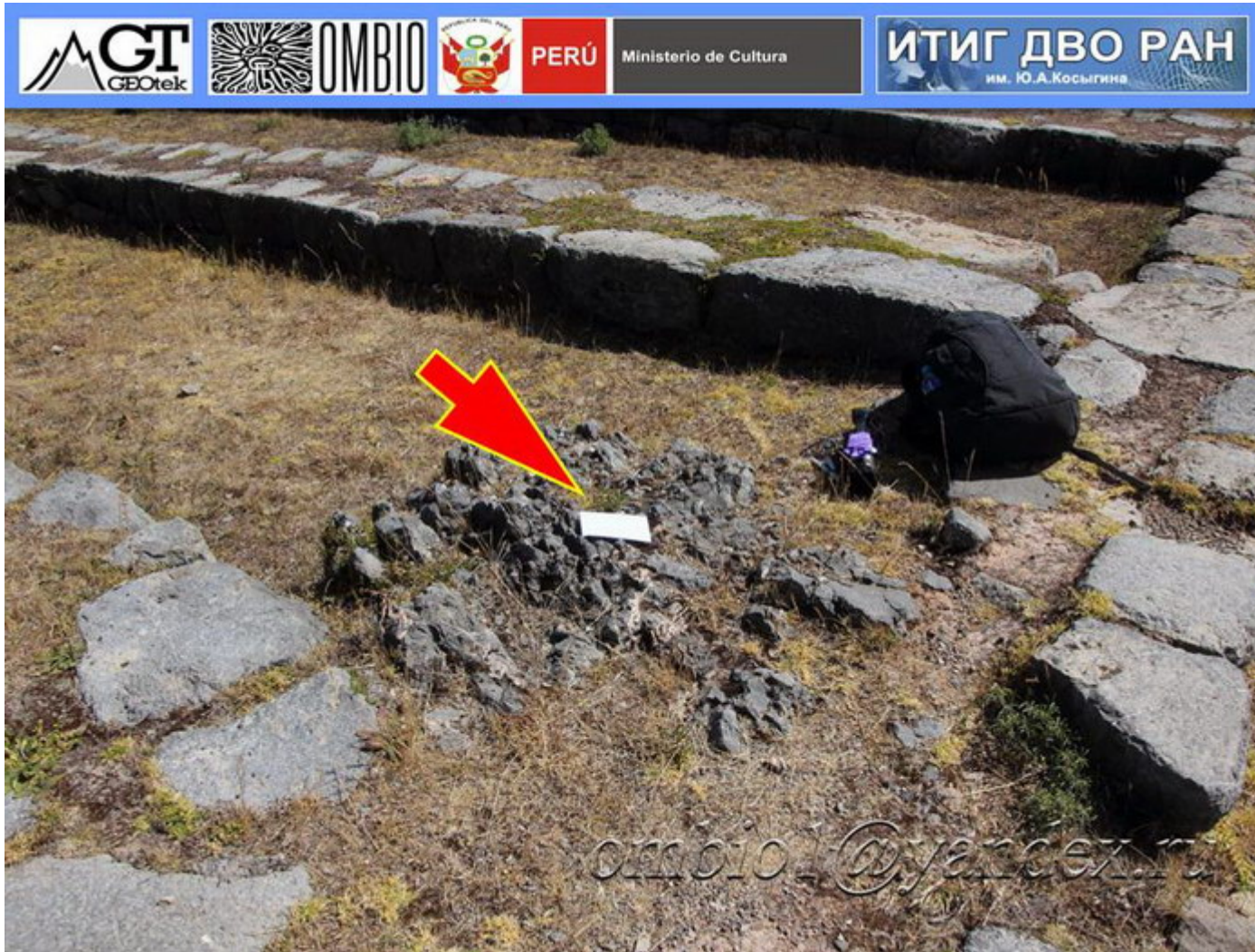
Section mince:



La description:

Calcaire cristallin fin sans traces de résidus organiques.

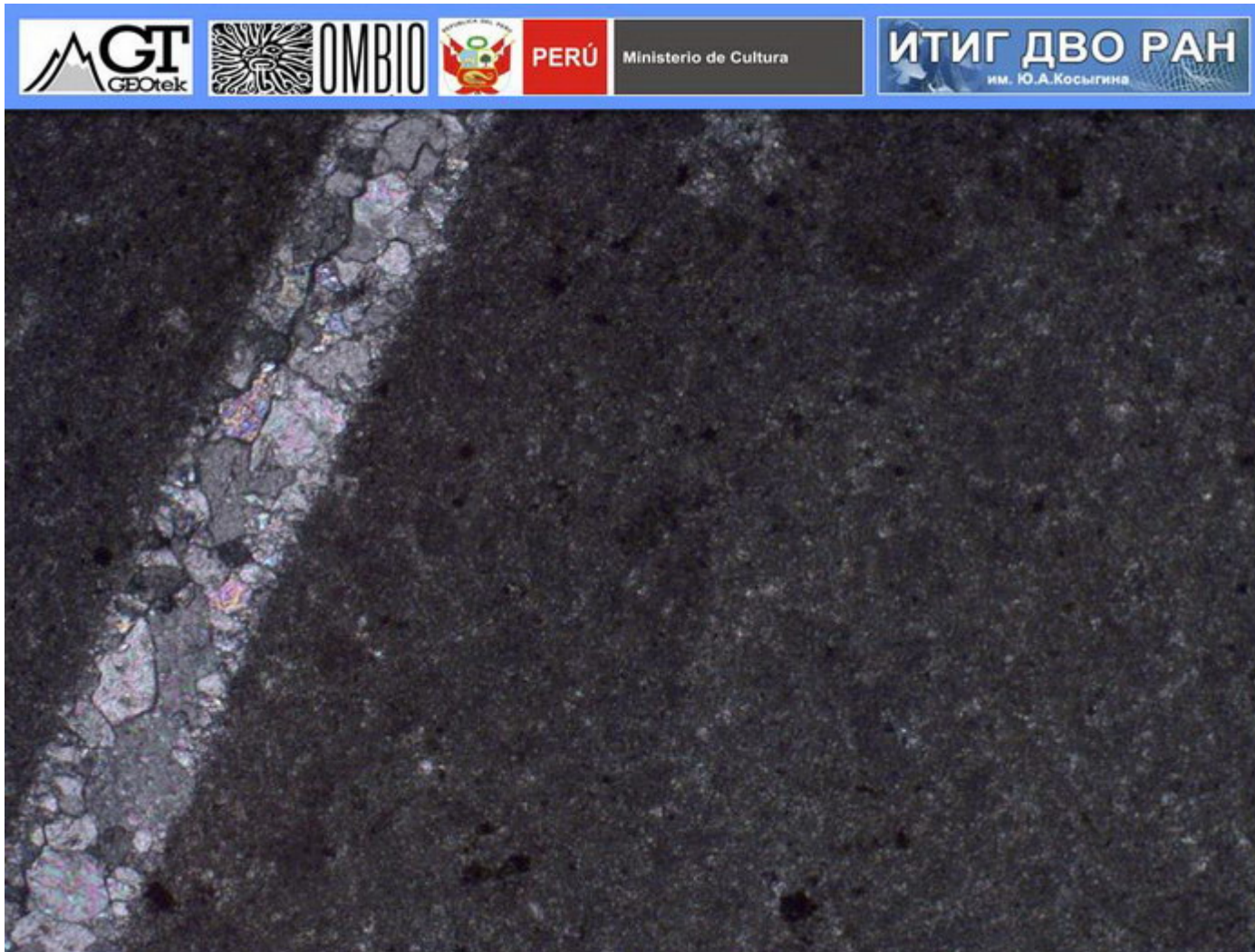
N° 8. Aussi, a été prise **spécimen d'un rebord rocheux informe**, au sommet de la tour :



Emplacement de l'échantillon :



Section mince:



La description:

Calcaire à grain fin sans traces de résidus organiques, recristallisé le long des fissures.
Ceci indique que la substance de la saillie est identique à la substance des blocs.

N° 9. Échantillon de pierre avec des traces ressemblant à un travail sur matière plastique. La pierre elle-même est située près de la forteresse Sacsayhuaman. Considérez cette pierre en détail:







Sur les photos ci-dessus, on voit une pierre avec des traces similaires à un travail sur matière plastique.

Un exemple de rubrique, ainsi que de fines lames de blocs, montre « du calcaire fin cristallin sans traces de résidus organiques », comme dans cas des résultats de l'analyse des blocs de maçonnerie des murs de la forteresse.



N° 10. Échantillon d'une carrière, où, vraisemblablement, le matériau des blocs pour la construction de la forteresse pourrait être pris.

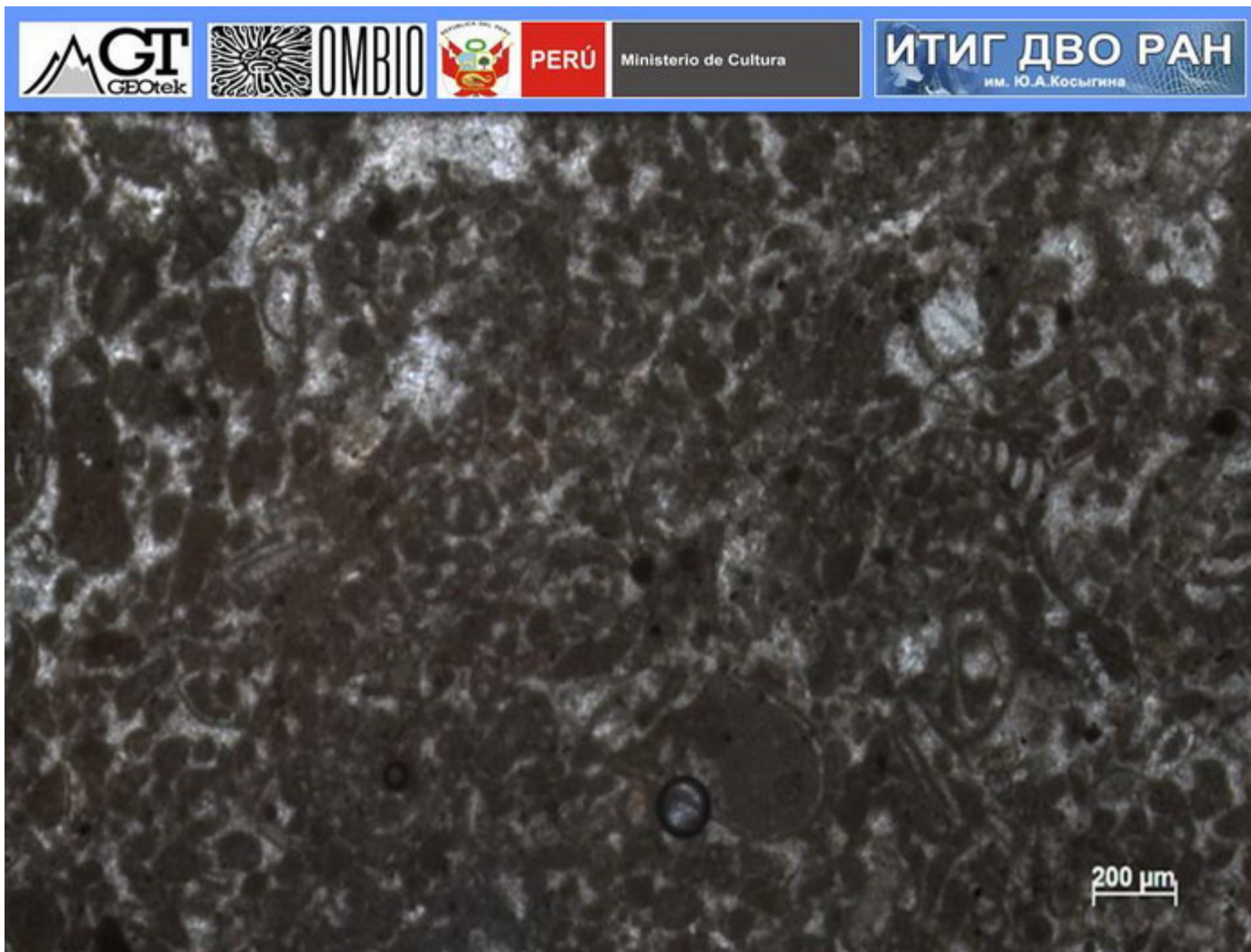
L'échantillon a été prélevé au milieu.



Macrophotographie de l'échantillon sur le site d'échantillonnage:



Exemple de rubrique :



La description:

calcaire organique. Les résidus organiques sont clairement visibles.

Pour vérifier et clarifier la source d'extraction du matériau du bloc, une **analyse par fluorescence X de l'échantillon** d'une carrière et un échantillon d'une maçonnerie.

Окисел/элемент	КАРЬЕР	КЛАДКА
SiO ₂	13,20%	13,36%
TiO ₂	0,06%	0,09%
Al ₂ O ₃	0,56%	0,90%
Fe ₂ O ₃	1,11%	0,94%
MnO	0,07%	0,07%
CaO	69,86%	70,15%
MgO	0,70%	0,65%
K ₂ O	0,35%	0,68%
S	0,05%	0,04%
Cu	0,01%	0,01%
Pb	0,00%	0,00%
Co	0,00%	0,00%
Sr	0,03%	0,04%
V	0,01%	0,01%
Sc	0,01%	0,01%
Zr	0,01%	0,01%
Сумма	86,04%	86,98%

L'analyse a révélé une similitude presque absolue dans la composition chimique des échantillons de la carrière et de la maçonnerie du mur de la forteresse de Sacsayhuaman. Une similitude aussi étroite des compositions chimiques des échantillons étudiés indique que le matériau des blocs
Fabriqué à partir de calcaire de carrière.

(Le programme de cette méthode convertit tous les éléments principaux en oxydes, et donne les éléments traces sous forme libre. Ceci est habituel en pétrologie. La méthode ne donne pas de composition de phase. Dans le cas de l'échantillon n° 115, X- une analyse de phase de rayons a été effectuée, qui a montré la teneur en CaCO₃, t.e. calcite La méthode "ne voit pas" le carbone et l'hydrogène, donc manquant jusqu'à 100% le dioxyde de carbone, l'eau et les gaz restent "dans les coulisses".)

En ce qui concerne le matériau en bloc lui-même, on peut affirmer avec certitude qu'un tel processus est de nature impossible. Cela est dû au fait que le calcaire organogénique cryptocristallin en présence d'eau et à des températures élevées peut recristalliser jusqu'au marbre, mais dans ce cas vous obtenez **gros cristaux**, car dans **les processus naturels sont lents et les cristaux sont capables de grandir. Cristallinité fine uniforme**, comme dans les échantillons de blocs de maçonnerie présentés, peut être obtenu avec processus très rapide. De plus, à condition qu'à tout point du système il y ait suffisamment d'eau et de carbonate.

Alors, à partir de quoi Sacsayhuaman est-il construit ? Du calcaire, devenu plastique, grâce aux anciens bâtisseurs qui lui sont appliqués une technologie inconnue qui viole délibérément la structure cristalline d'un minéral naturel afin de donner au matériau de construction la plus haute densité ? Comment expliquer la présence d'une "pierre à modeler", dont le matériau est identique matériel de maçonnerie?

Nous ne pouvons pas répondre avec certitude à cette question pour les bâtisseurs de Sacsayhuaman. Tout comme nous ne pouvons pas encore répondre à la question "pour quoi Sacsayhuaman est-il construit?".

Donc, pour le moment, nous avons :

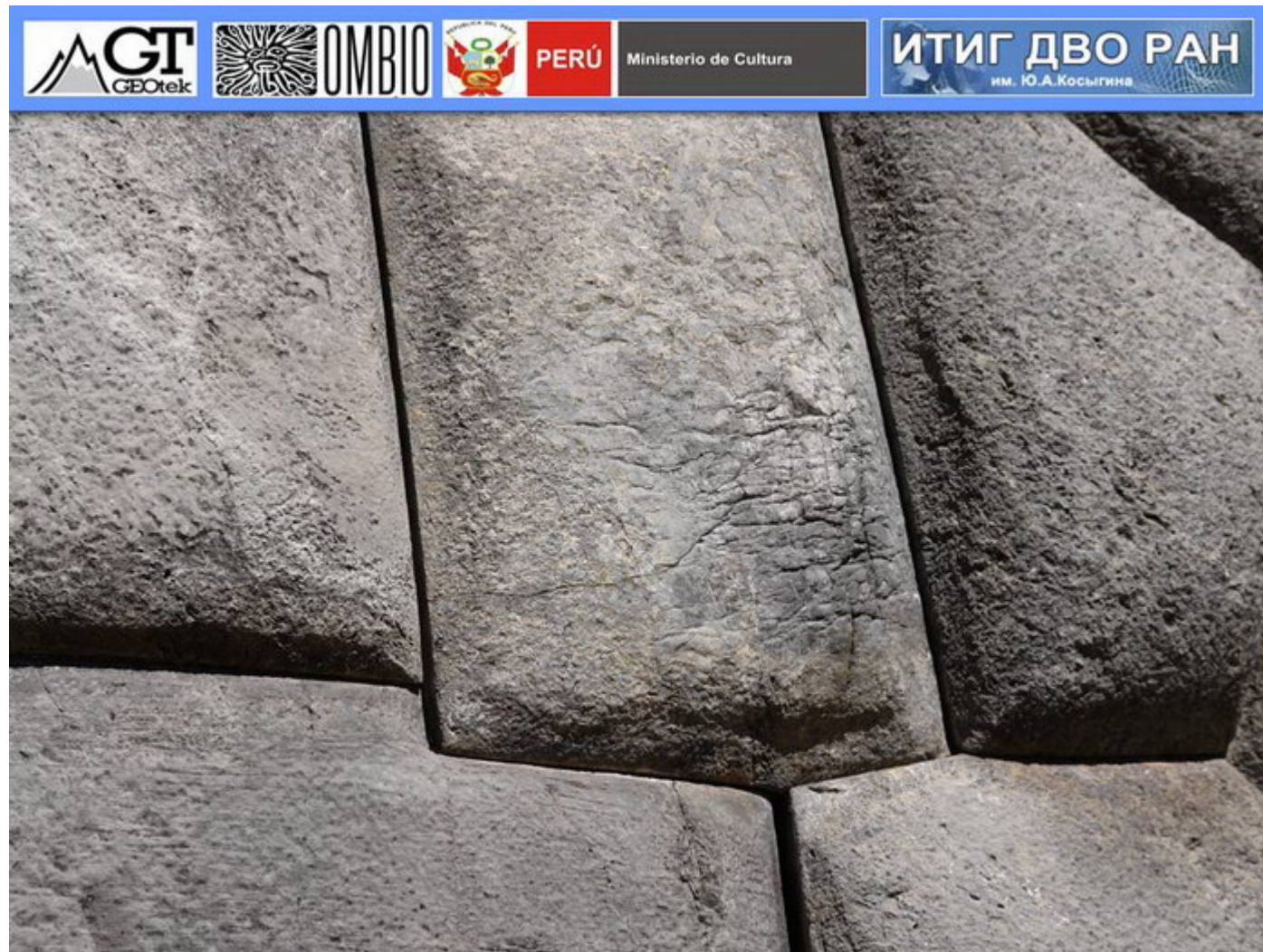
1. Forteresse Sacsayhuaman, s'effondrant sous l'influence de processus géologiques et chimiques.



2. Vestiges d'une structure plus ancienne, révélés à l'œil, à la suite de la destruction des murs porteurs de la forteresse.



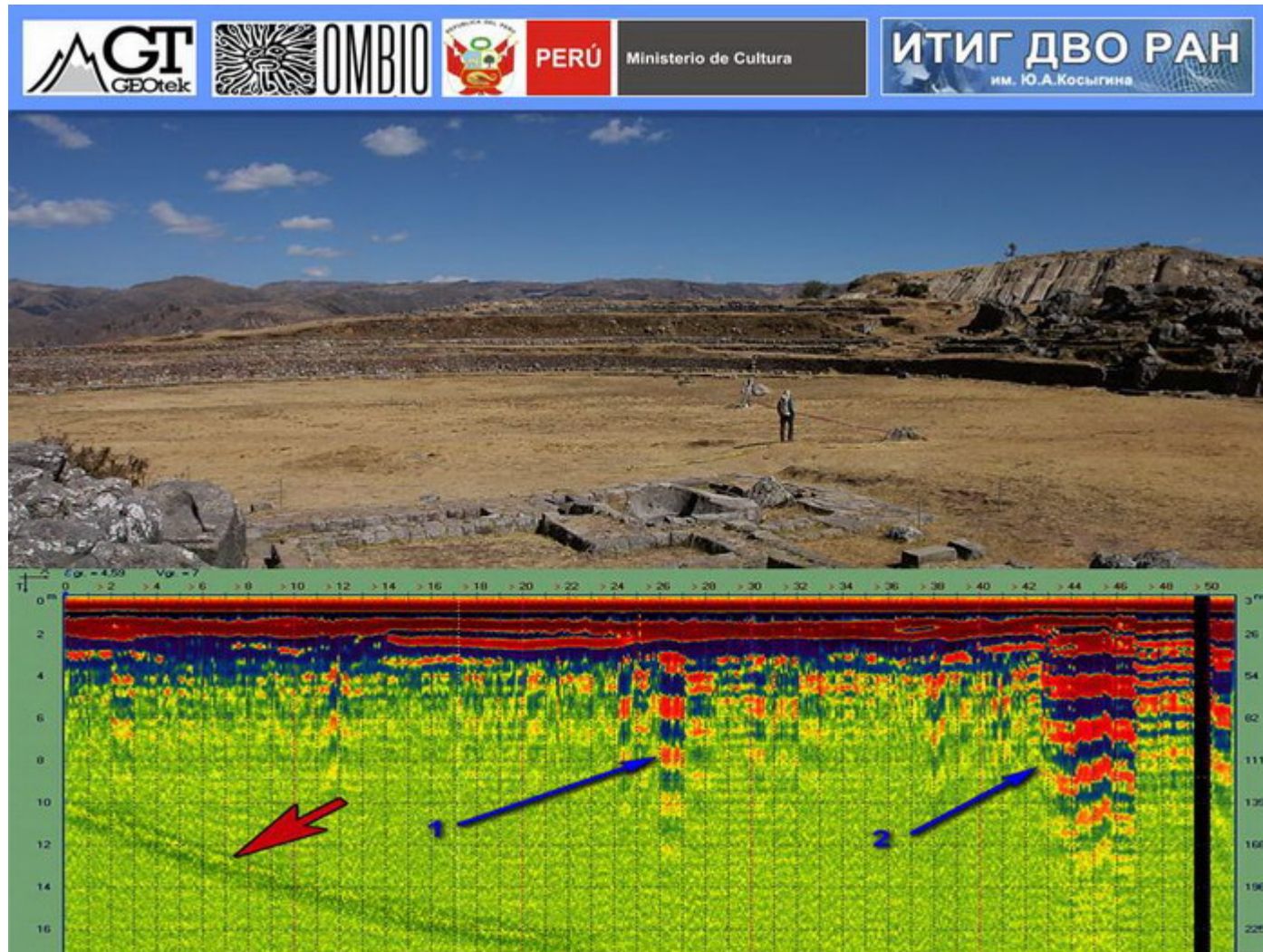
3. Matériau de blocs de maçonnerie obtenus sous l'influence de procédés technologiques inconnus d'anciens constructeurs.



4. "Pierre de pâte à modeler".



5. Arena, qui aurait un "fond en forme de bol" et qui n'a pas encore été étudié en détail, grâce à possibilité de "regarder sous terre" offerte par la société "GEO y Asociados".



Jusqu'à présent, il y a plus de questions que de réponses ... Mais sans aucun mouvement pour démêler ce mystère historique, nous ne pouvons pas nous rapprocher de la vérité. Avec ces études, nous avons seulement essayé de déterminer les points de départ pour construire d'autres projets.

L'étude des questions posées se poursuit, de nouvelles expéditions et études à grande échelle sont prévues.

L'équipe du projet ISIDA tient à remercier pour le matériel fourni :

Andrei Veranova- organisateur de l'expédition, représentant de l'entreprise "Géo & Associés»

Igor Alekseev- un chercheur

Luis Guevara- archéologue,

Nikolai Berdnikov, candidat des sciences géologiques et minéralogiques,

Directeur adjoint de l'Institut de tectonique et de géophysique de la branche extrême-orientale de l'Académie russe des sciences.

© Tous droits photo et vidéo réservés et propriété de "GEO y Asociados"

(Le matériel est mis en ligne sur le site "Project ISIDA" en accord avec la firme "GEO y Asociados")

© Copyright 2013. Tous droits réservés.